المجلس الأعلى للثقافة

الانقراض

جينات سيئة أم حظ سيء ؟

دافيد م. روب

المشروع القومي للترجمة

2

ترجمة : مصطفى ابراهيم فهمى

الانقراض
جينات سيئة أم حظ سيء ؟

داڤيد م. روب

مقدمة

لستيفن جاي جولد

ترجمة

د. مصطفى إبراهيم فهمي

المجلس الأعلى للثقافة

١٩٩٨

Extinction

Roup

Norton

الانقراض

جينات سيئة

أم حظ سيء؟

و.و. نورتون وشركاه نيويورك - لندن

١٩٩١

مقدمة المترجم

حدث فى السنين الأخيرة تقدم كبير فى أبحاث الچيولوچيا وفروعها مثل علم الباليونتولوچيا الذى يبحث أشكال الحياة فى العصور الجيولوجية السابقة كما تمثلها الحفريات الحيوانية والنباتية . ومنذ بدأت هذه الدراسات عرف العلماء أن هناك أنواعا كثيرة من الكائنات الحية قد انقرضت تماما واختفت من على سطح الكوكب الأرضى . والمثل المشهور لذلك هو انقراض الديناصورات . والانقراضات عموما ظلت مستمرة منذ بدء الحياة على طول الزمان الجيولوجى ، وهو زمان يقاس ببلايين السنين .

والنظريات التقليدية ترى أن الانقراض يصيب الكائنات الحية عندما لا تستطيع أن تتكيف مع عوامل بيئية فيها تحدٍ لحياة هذه الكائنات . فالانقراض هكذا سببه عيب فى التركيب الوراثى ، أى أن السبب هو الجينات السيئة التى تحدد التركيب الوراثى . على أنه ظهرت فى ١٩٨٠ ورقة بحث للعالم الأمريكى الفاريز هو وزملاؤه ، تطرح أن انقراض الديناصورات فى نهاية العصر الطباشيرى هو غالبا بسبب اصطدام نيزك بالأرض . وهكذا فإن سبب الانقراض ليس الچينات السيئة وإنما هو الحظ السىء . وقد أثارت ورقة بحث الفاريز ضجة هائلة فى الدوائر العلمية المختصة ، وحفزت إلى إجراء بحوث غزيرة فى مدة الخمس عشرة سنة الأخيرة ، كلها تحاول الاجابة عن السؤال عن سبب الانقراض ، وهل تبيد الأنواع لأنها غير قادرة على التكيف ، أم لأنها وجدت لسوء حظها فى المكان والزمان الخطأ حيث اصطدام جرم سماوى بالأرض ؟ وينشأ بالتالى سؤال آخر هو : هل نحن البشر موجودون الآن بسبب تفوق فى صفاتنا الوراثية مثل وجود الإبهام مقابل الكف ، ووجود مخ أكبر ، وغير ذلك من المزايا الوراثية ، أم أننا فحسب كنا محظوظين ونجونا من كوارث من سوء الحظ ؟

وقد يبدو أن دراسة الانقراض ليست إلا دراسة لظاهرة سلبية ، ولكن داڤيد روب مؤلف هذا الكتاب يرى أن دراسة الانقراض تهمنا من أوجه عديدة ؛ فالانقراض هو إحدى القوى الدافعة للتطور ولظهور الأنواع الجديدة . كما أن دراسته تساعدنا على تفادى الأخطاء التى تهدد التنوع البيولوجى . وهى أيضا مهمة بالنسبة للأنشطة البشرية التى قد تضر بالأنواع الأخرى من الأحياء . والانسان هو النوع الوحيد القادر على أن يمحو أنواعاً أخرى راسخة بأن يفترسها بأعداد كبيرة فى زمن قصير نسبيا . وأخيرا فإن دراسة الانقراض تمدنا بمنظور متكامل عن تأثيرات البيئة فى كوكبنا الأرضى وما نتوقعه من تأثيراتها فى المستقبل . ولو أننا أهملنا دراسة تأثير الانقراض فى منظومة الحياة ، لكنّا مثل المحاسب الذى يهتم بالحساب الدائن وحده ويهمل الحساب المدين .

ومن الممكن إدراك حجم عملية الانقراض المتواصلة ، عندما نعرف أنه من بين ٥٠ بليون نوع من الحيوانات والنباتات التى ظهرت على الأرض لا يوجد حيا الآن إلا ما يقرب من ٤٠ مليون نوع . أى أن نسبة انقراض الأنواع على مدى تاريخ الحياة هى ٩٩,٩ فى المائة . على أنه لو لم تكن هناك أحداث انقراض لترتب على ذلك تكدس كل أنواع الكائنات القديمة والجديدة معا ، مما سيؤدى عند نقطة ما إلى التشبع ، ويتوقف ظهور أنواع جديدة أى يتوقف التنواع . وإذن فإن الانقراض رغم كل شىء يمهد لزيادة فرص التنوع فى الحياة .

وانقراض أحد الأنواع لا يعنى بالضرورة أن النوع المنقرض أدنى درجة من غيره . وفيما مضى كان يذكر كثيرا أن الديناصورات انقرضت لأن مخها الصغير أدنى من الثدييات التى ظلت باقية لتتطور إلى الانسان . على أن الديناصورات ظلت زمنا طويلا

ناجحة بيولوجيا ، حيث أنها بقيت تعيش طيلة ١٠٠ – ١٥٠ مليون سنة . أما الانسان فلا يزيد زمن وجوده عن آلاف معدودة من سنى تاريخ الحياة . ترى أيهما سيكون الأنجح بيولوجيا ، الديناصور أم الإنسان ؟ وهل سيتمكن الانسان من أن يبقى على نوعه مئات الملايين من السنين كالديناصور ، مع العلم بأن الانسان كثيرا ما يفعل ما يؤدى إلى إبادته هو نفسه ؟

والانقراض يختلف فى أحجامه ، فهناك انقراضات جماعية هائلة عدد المعروف منها خمسة فقط ، وهناك أيضا انقراضات أخرى مستمرة بمعدل بسيط تسمى انقراضات الخلفية ، تصحبها أحيانا موجات انقراض أكبر من مستوى الخلفية ولكنها ليست كبيرة كالانقراضات الجماعية . وتطرح النظريات القديمة أسبابا تقليدية للانقراض مثل تغيرات المناخ ، وارتفاع وانخفاض سطح البحار ، والأمراض الوبائية ، وتنافس الأنواع على البقاء حسب النظرية الداروينية . إلا أن النظرة الحديثة ترى أن كل هذه الأسباب التقليدية تعجز عن أن تفسر كل ظواهر الانقراض الجماعى ، بينما يمكن لنظرية الاصطدام بنيزك أن تفسر هذه الظواهر تفسيرا جيدا متكاملا . ويعرض الكتاب أدلة كثيرة قوية على صحة هذه النظرية الجديدة . وعموما فإن معظم النظريات التى تطرح عن الانقراض فيها قدر كبير من الاحتمال والتخمين . وأحسن ما يمكن الوصول إليه هو فحسب أفضل التخمينات للاحتمالات الأكبر .

ويطبق المؤلف مناهج التحليل الاحصائى على مشكلة الانقراض وتطور الكائنات ويبحث علاقة ذلك بمفهوم العشوائية . وهو يرى أنه فى الحقيقة لا يوجد أى حدث عشوائى ، وكل حدث هو نتيجة لسبب . ولكن أحيانا تكون الأسباب جد معقدة ومتشابكة ولا يمكن تحليلها بسهولة للوصول إلى تعميمات . وهنا يعمد الباحث إلى تحاشى تحليل

الأسباب ، ويلجأ إلى مفهوم العشوائية الذى يمكن أن يُجرى عليه احصاء احتمالات يوصل إلى تعميمات بأسرع مما يوصل له تحليل الأسباب المعقدة ، وإن كانت نتائج هذه الاحتمالات هكذا أقل يقينا ودقة . ومن أمثلة التعميمات التى تم الوصول إليها ويمكن الوثوق بصحتها إلى حد كبير أن الأنواع كلها وجودها مؤقت إلى حين ، وأن الأنواع ذات العشائر الأصغر تكون أكثر عرضة للانقراض ، وأن الأنواع ذات الانتشار الأوسع جغرافيا يكون من الأصعب إبادتها ، كما أن هناك عادة ضربة أولى عنيفة لازمة للتمهيد للانقراض ذى الانتشار الواسع .

ولكن هل يمكن أن نفسر كل الانقراضات الكبيرة والصغيرة بسبب واحد هو الاصطدام بجرم سماوى أو نيزك ؟ هناك حجج فى صف ذلك وحجج أخرى ضده ، وما زالت الأمور غير محسومة ومفتوحة للبحث والنقاش ، على أن مجمل القول كما يرى داڤيد روپ فى كتابه هذا ، أن أفضل ما يمكن تخمينه هو أن الانقراض توليفة من الجينات السيئة أو عدم التكيف ، ومن الحظ السيء أو نظرية الاصطدام . فبعض الأنواع قد تنقرض لأنها لا تستطيع التغلب على تحديات البيئة فى موطنها ، ولكن الأغلب فى الانقراضات الجماعية أن يكون سببها هو سوء حظ الأنواع المنقرضة إذ تتعرض لضغوط فيزيقية كالاصطدام . ولعل الأمر أن الانقراض بسوء الحظ أو الاصطدام يعمل على المستويات الأكبر درجة فى تصنيف الكائنات ، أى مستوى الطوائف أو العائلات أو الأنواع ، أما الانقراض بعدم التكيف فيعمل على المستويات الأصغر كعشيرة محلية لنوع فردى .

وأخيرا هل الانسان الهوموساپينز عرضة للانقراض بسبب اصطدام جرم سماوى بالأرض ؟ وبعبارة أخرى هل نحن نعيش فى كوكب آمن أو أنه غير آمن ؟ إن لهذا

الفرض احتمالاته التى يمكن حسابها . على أنه حتى نصل إلى حسابات أكثر دقة لاحتمالات خطر الاصطدام يجب أن تزيد معرفتنا بالمذنبات والكويكبات ومداراتها حيث إنها حاليا معرفة جد منقوصة . وعند استكمال معلوماتنا فى هذا المجال ستكون حساباتنا أكثر دقة ، بحيث نعرف عندها إن كنا نعيش على كوكب آمن أم لا ؟ وإذا وجدنا أن هناك نسبة جدية للخطر سيكون علينا أن نستكشف مناهج علمية وتكنولوجيا جديدة تتيح لنا إيجاد وسائل للإنذار السريع بالاصطدام ، وتتيح لنا القدرة على تدمير الجرم المقترب أو تحويل مساره بعيدا .

ومؤلف الكتاب داڤيد روپ يعمل حاليا كأستاذ للباليونتولوجيا فى جامعة شيكاغو ، وإذا كانت هذه المقدمة تعرض أفكاره فى شىء من التركيز ، فإنه يناقشها فى الكتاب بتفصيل وسلاسة مع ذكر الأمثلة لكل فكرة أو نظرية وإيراد رسوم توضيحية ، الأمر الذى يتيح للقارىء غير المتخصص أن يستمتع باستيعاب هذه النظريات بسهولة .

ولا يفوتنى هنا أن أزجى وافر شكرى للأستاذ الدكتور / عبد الحافظ حلمى لما بذله من وقته الثمين ليفسر لى بعض مصطلحات علم الحيوان والفضل له كل الفضل فيما هو صحيح ، أما إذا كان ثمة خطأ فقد يكون السبب فيه عدم استيعابى لتفسيره .

د. مصطفى إبراهيم فهمى

تمهيد :

هذا كتاب عن تاريخ الحياة على الأرض : تلك المنحنيات والمنعطفات التى لا تحصى والتى أدت بطريقة ما إلى وجودنا نحن . وقد أُلّف هذا الكتاب عن اقتناع بأن أصولنا البيولوجية لها على الأقل نفس أهمية الأصول الفيزيائية للكون ، كما أنها مثيرة للاهتمام مثلها .

والموضوع الذى أؤكد عليه فى الكتاب كله هو الانقراض – موت النوع – أحد أوجه التطور العضوى ، الذى بما يثير الدهشة لم يلق إلا أقل اهتمام . والسؤال الرئيسى الذى يجب أن نبحثه المرة بعد الأخرى هو عما إذا كانت بلايين الأنواع التى ماتت فى الماضى الجيولوجى قد ماتت لأنها الأقل صلاحية (جينات سيئة) أو أنها ماتت لمجرد أنها وُجدت فى المكان الخطأ فى الزمن الخطأ (حظ سىء) . هل الأنواع تدخل فى نضال للبقاء أم فى مقامرة للبقاء ؟ وهذا يؤدى إلى سؤال أقرب إلى دنيا الواقع : هل نحن هنا بسبب تفوق طبيعى (أصابع الإبهام المقابلة للكف ، الأمخاخ الكبيرة وما إلى ذلك) ، أو أننا ببساطة محظوظون فحسب ؟ وبكلمات أخرى هل تطور الحياة هو مباراة عادلة ، كما يتضمن ذلك بقوة مبدأ البقاء للأصلح ؟

وإلى جانب ما يلازم الانقراضات الماضية من أهمية لصيقة ، فإن هذا الموضوع له أيضا صلته بالمشاكل المعاصرة عن الأنواع التى يتهددها الخطر ، وخسائر التنوع البيولوجى ، والانقراضات التى تسببها الأنشطة البشرية . وتاريخ انقراض الأنواع يمدنا بمنظور له أهميته بالنسبة للايكولوجيا الكوكبية فى الحاضر والمستقبل .

ويسعدنى أن أقدم شكرى للأفراد والمؤسسات الذين ساعدوا على أن يصبح هذا

الكتاب ممكنا . وقد دعم برنامج وكالة ناسا للبيولوجيا الخارجية * أبحاثى عن الانقراض لسنين عديدة ، وذلك كجزء من استقصاء هذه الوكالة المستمر للحياة فى الكون ، وأجدنى مفعما بالامتنان لهذا الدعم . كما أمدتنى جامعة شيكاغو بالجو الثقافى وبالطلبة المتصفين بالتحدى ، وهذان أمران جد ضروريين فى أى مشروع لمحاولة التفكير فى مشاكل قديمة بطرائق جديدة .

وأنا مدين لزميلى (چاك سيبكوسكى) لأنه أتاح لى بحرية كاملة الاطلاع على ما صنّفه من كم ضخم من المعلومات عن الانقراض . كما أشكر أيضا (چاك) هو وزميلنا المشترك (ديڤ چابلونسكى) لما دار من مناقشات لا حصر لها عن ظاهرة الانقراض . وقد طرقنا هذه المشاكل لمرات كثيرة جدا بحيث يستحيل علىّ أن أقول أى الأفكار تأتت من أى الأفراد . على أنه ينبغى ألا يعد (چاك أو ديڤ) مسئولين عن أى من بعض الأفكار الشاذة التى تعبر عنها الصفحات التالية .

أما من الناحية الانتاجية فأنا ممتن لزوجتى ، (چودى ياما موتو) ، لدعمها وتحملها المتواصلين ، ولقراءتها لمخطوطة الكتاب فى مسودة بعد مسودة . كذلك أبدى عظيم تقديرى لما قدمه (ويزلى جراى) من مساعدة أساسية ليجعل جهاز الكمبيوتر يستمر فى دورانه . كما أقدم شكرى (لكلارك تشابمان ، وماريان فونس ، وكيوبيت لوخترهاند ، ودانييل ماكشى ، وماتيو نيتيكى ، وچاك سيبكوسكى ، وچين شوميكر) ، الذين قرأوا مخطوطة الكتاب وطرحوا اقتراحات جيدة كثيرة ، وأخيرا فإن (إد باربر) من (دار نورتون) قد قدم الدعم طوال هذا المشروع كله ، وكان تحريره له تحريرا بناء ، الأمر الذى أكن له أكبر التقدير .

شيكاغو – نوفمبر ١٩٩٠

---

* Exobiology ، أى البيولوچيا خارج الأرض . (المترجم)

مقدمة

ستيفن چاى جولد

متحف علم الحيوان المقارن - جامعة هارڤارد

الطبيعة والأرض يُشَخَّصان تقليديا فى شكل امرأة ؛ ولكن المهن والمؤسسات كلها يكون لها آباء تقليديون (وهذا بمثابة تعليق عن احتياجنا الشخصى للاستمرارية وكذلك عما يوجد فى مجتمعنا من نزعة جنسية Sexism) فواشنطن هو بمثابة الأب لبلاده ، وكوبر نيكوس هو أبو علم الفلك الحديث ، (والأب) المعترف به للچيولوچيا هو تشارلز ليل ، وهذا أساسا بسبب حداثة تصنيفاته فى المرجع الذى ألفه فى أجزاء عديدة ، وهو « مبادىء الجيولوجيا » (١٨٣٠ - ١٨٣٣) . وقد ركز ليل فلسفته فى مبدأ أطلق عليه فيما بعد الاتساقية Uniformitarianism وهو مجموعة معقدة من العقائد تتمحور فى خلاصة لها وهى أن « الحاضر هو المفتاح للماضى » . ويحاج ليل بأن مدى ما يوجد حاليا من العمليات الطبيعية هو ومعدل سرعة فعلها ، يكفيان من حيث المبدأ لتفسير ثوب كامل يتشكل من الأسباب التى سبقت فى كل تاريخ الأرض والحياة . وكان ليل يعتبر أن مبدأه هذا هو إصلاح منهجى يؤدى إلى التخلص من الأسباب « الكارثية » الخيالية (وشبه الغيبية) ويجعل الماضى بكل مداه الكامل ، يتغير بتراكم بطىء مطرد يمتد عبرٍ أزمنة شاسعة ، هو تراكم لتغيرات صغيرة عادية (الترسيب والتآكل بكم من حبة بعد حبة) .

وتبدو هذه الفكرة جد معقولة وتتصف فكريا بالصواب . بل إن الثورة العظمى الحديثة في الچيولوچيا ، وهى الانجراف القارى وتكتونيات القشرة * ، هذه الثورة تجسد النظرة الاتساقية من حيث رؤيتها لفعالية الحركة القارية التى تحدث بمعدل سنتيمترات معدودة فى كل سنة ، ولكنها عبر الزمان الچيولوچى الهائل ينتج عنها تغير متراكم عظيم . إلا أن عقيدة ليل هذه تبدو غير معقولة من وجهتين مختلفتين (نظريا وامبريقيا) ،

* التغيرات التى تحدث فى القشرة الأرضية وتؤدى إلى تكوين الجبال والقارات ... الخ (المترجم)

ووضعها كمبدأ عقائدى إنما يعكس فحسب ما نؤثره اجتماعيا ونفسيا . فأولا ، ماذا يكون مقدار الاحتمال بأن شريحة جد صغيرة من زماننا المرصود تتضمن فيما ينبغى كل المدى الكامل من العمليات المحتملة التى يمكن لها أن تغير من حال الأرض ؟ ماذا عن تلك الأحداث الهائلة ، وإن كانت طبيعية بالكامل ، التى يقل وقوعها بحيث لا تكون لدينا إلا فرصة بعيدة المنال لأن نرصد وقوع أى واحد منها فى الزمان التاريخى ؟ وثانيا ، كيف يمكن لمذهب التدريجية عند ليل أن يفسر الحقيقة الرئيسية فى الباليونتولوچيا - وهذه الحقيقة هى تلك الانقلابات التى تحدث فى منظومة الحياة الحيوانية على نطاق واسع وبمعدل واضح السرعة ، ألا وهى (الانقراضات الجماعية) التى تكرر حدوثها عدة مرات في تاريخ الحياة ؟ (تحاول التفسيرات التقليدية أن « ترقق » من هذه الميتات الكبيرة بأن تمطّها عبر ما لايقل عن عدة ملايين من السنين وأن ترجعها إلى تكثف للأسباب العادية - بإرجاعها مثلا إلى تغيرات فى الحرارة ومستوى البحر - ولكن هذه الحجج تبدو دائما متكلفة) .

وهناك نظرية أن الانقراض الجماعى هو نتيجة للاصطدام بجرم من خارج الأرض ، وهى نظرية يسهل تصورها ذهنيا ، على أن المرة الأولى التى طرحت فيها هذه النظرية مع معطيات تدعمها دعما قويا كانت فى ١٩٨٠ لا غير . وهذه النظرية قد تثوِّر من نظرتنا لتاريخ الحياة ، بل إنها أيضا قد تثوِّر كل مفهومنا عن التغير التاريخى بأن تضفى شرعية على مبدأ الكارثية لتجعل منه مرة أخرى مبدأ محترما . وبالتالى ، وكما يحاج المؤرخ العلمى ويليام جلين ، فإن النظريات التى تقول بفاعلية الاصطدام قد تكون من حيث تفهمها ذات أهمية أكبر ومدى أبعد حتى من تكتونيات القشرة ، التى أصلحت من نظرتنا لميكانيكيات كوكب الأرض وإن تركت نظرية ليل عن التغير سالمة دون أذى .

وسيناريو الاصطدام موثق الآن توثيقا جيدا بالنسبة للانقراض الطباشيرى وحده – وهذا ليس بأى حال أكبر انقراض ، ولكنه عزيز على قلوبنا بالذات لأنه قد محا الديناصورات من الوجود وأعطى للثدييات فرصتها ، الأمر الذى أدى إلى أن أصبح تطورنا ممكنا . على أن التوسع فيه لتناول الانقراضات الكبيرة الأخرى فيه إمكانية مثيرة وفيه موضوع ساخن للأبحاث الحديثة . وسجل الحفريات هو النبع الذى نستقى منه المعلومات عن هذا الموضوع ، والتقدير الكمى لأنماط الانقراض هو أهم كل الموضوعات وأكثرها وعدا . على أنه حتى زمن قريب لم يكن الانقراض يلقى من الاهتمام إلا ما هو أقل كثيرا مما له من شهرة جلية لها ما يبررها . وعالمنا الداروينى ، بما فيه من إفراط فى نظريات عن التكيف والتغير التدريجى والتحسن ، هو عالم يبدو الانقراض فيه كشىء جد سلبى – إنه الفشل النهائى ، أو الجانب المقلوب للشغل « الحقيقى » للتطور ، إنه شىء يُقَر به ولكنه مما لا يتم نقاشه على نحو مركز فى صحبة من سادة مهذبين .

وهذا الإهمال الشاذ قد انقلب حاله فى العقد الأخير ، ولا يوجد الآن مبحث يسيطر على اهتمام علماء الباليونتولوچيا أكثر من الانقراض . وأسباب ذلك كثيرة ، وفيها جذور واضحة لنظرية الاصطدام كسبب للموت الجماعى . على أن المهندس الرئيسى لهذا التحول هو زميلى النابه داڤيد م . روپ . ديڤ قد يحس بالارتياح وهو أمام نضد الكمبيوتر أكثر مما يكون وهو أمام درج حفريات مترب (وهو يتلقى نصيبه من قذائف نقد العلماء التقليديين بسبب ولعه هذا بالكمبيوتر) ، إلا أنه يُعترف به كأستاذ لمعالجة سجل الحفريات معالجات كمية . وديڤ قد أدرك قوة سيناريو الاصطدام منذ البداية مباشرة ، حينما كان معظم علماء الباليونتولوجيا يعلو صوتهم فى غضب أو ضحك ، وهم يرفضون أن ينظروا نظرة جدية إلى هذا الفرض ، وهو قد أنجز فى هذا الميدان أعظم

الاكتشافات أهمية وطرح فروضا هى أكثر الفروض إثارة للاهتمام وأكثرها خيالا ، بما فى ذلك طرح الاقتراح بأن الانقراضات الجماعية قد تكون لها دورة بتكرر كل حوالى ٢٦ مليون سنة . وهو أيضا الولد الشقى الدائم النقد فى الباليونتولوجيا – وهذا دور يصعب الاستمرار عليه بعد الخمسين من العمر (وأنا أناضل معه بهذا الشأن) ، ولكنه حقا ذو وضع هو أكثر أوضاع العلم كلها تساميا . وإذا كان لديف أى شعار ، فإنه لا يمكن أن يكون إلا : فكر فيما لا يمكن التفكير فيه (ثم أقم نموذجا رياضيا لتبين كيف أن هذا الأمر قد يصح) ؛ خذ فكرة خيالية ليس لها إلا مجال صغير من الصحة ، ثم أنظر إن كانت مما تحتمل أن توسع منها لتفسر كل شىء . وهذا الكتاب هو استعراض مدهش لهذا النوع من تحطيم الأوثان ، الذى فيه إمكان لأن يكون صحيحا ، ذلك أن ديڤ لا يقوم فحسب بإثبات صحة سيناريو الاصطدام بالنسبة لانقراض واحد كبير ، ولكنه يتساءل بعدها ، هب أن كل الانقراضات تنتج عن اصطدامات من أحجام مختلفة ، أى ليس فقط الانقراضات الجماعية بل وحتى الإبادات الصغيرة فى المناطق المحلية ، كيف سيبدو تاريخ الحياة عند ذلك ؟ وعلى كل ، هل التاريخ الفعلى للحياة يبدو هكذا ؟

إن الباليونتولوجيا وإن كانت مفعمة بدوامات النقاش المعتادة التى يتميز بها كل العلم الشيق ، إلا أنها أيضا مهنة ودودة نسبيا ، وأنا أحب كل زملائى تقريبا ، ولكنى أحتفظ بمعزّة خاصة لحفنة منهم ممن ألهمونى بثاقب بصيرتهم ودفعونى إلى أن أقدر الحداثة ذات الخيال . وديڤ روپ هو أفضل الفضلاء فى ذلك . وقد حدث قبل أن نلتقى لقاء شخصيا أن قام ديڤ باستعراض أول ورقة بحث كتبتها ، وبين لى بأقصى قدر من التشجيع الودى لمن كان (وقتها) مجرد طالب متخرج مزعزع الثقة كل الزعزعة ، بين

لى أخطاء لها أهميتها بأسلوب فيه أقصى المساندة ، ثم عملنا معا فى سلسلة طويلة من أوراق البحث فى السبعينيات والثمانينيات (وكانت عن قدرة العمليات العشوائية على إنتاج نظام صريح يسيء معظم علماء الباليونتولوجيا تفسيره على أنه دليل بديهى على السببية التقليدية) . وكان ديف وقتها يداعب الفكرة بأن كل الانقراضات الجماعية مصطنعة ، وأن المعدلات الأساسية لا تتغير قط عبر الزمن ، وأن الإبادات الظاهرة إنما هى مظاهر كاذبة تأسست على سجل حفريات غير متكامل . (ولكنى كنت أعترض عادة بقولى ، « ولكن ياديف ، إنك لا يمكن أن تعنى هذا حقا . إن القضية ليست أن ٩٥ فى المائة من الأنواع تموت عند نهاية العصر البرمى . وإنما النقطة الرئيسية أنها لا تعود قط للظهور فى العصر الثلاثى – وإذن فلابد وأنها قد ماتت حقا » . وأعتقد أنى كنت الفائز فى هذا النقاش ، على أن هذا الحديث يثبت بالفعل أن ديف ينظر إلى أى أمر نظرة اعتبار له كما أن له القدرة على تغيير رأيه) .

ومن الشائع فى هذه الأيام أن يُعتبر أن الغيرة والتواطؤ والغش هى قواعد سلوكية بالنسبة لما يحدث من تفاعلات بين العلماء . على أنه يبدو أن هذا السلوك الملتبس لم ينتشر إلا لأن المحظورات عندما ترتكب فإنها تظهر مرئية بأوضح كثيرا مما يظهر الأداء البسيط من التعاطف وتقديم العون وروح الزمالة . إن عشرة آلاف فعل عطوف لا تسجل قط ، ولكنها لتتفوق وزنا على كل عنوان رئيسى يعلن عن بنود منفردة من بنود الفساد . وروح الزمالة هذه هى بمثابة مادة اللصق فى العلم . وهى مصدر للبهجة فى مهنة هى بدون ذلك تزخر بما يرهق وتزخر بضغط لا معقول بفعل الالتزامات العديدة . وإنى لسعيد بأن لى زملاء مثل ديف ، أناس لهم كمال شخصى بما لا يهتز ، ولهم قريحة ذات نفاذ ، ونحن عندما يكون لنا أصدقاء ذوى شخصيات حادة هكذا ، لن نصاب قط بالشيخوخة أو التشاؤم .

الإنقراض

جينات سيئة

أم حظ سيء؟

الفصل الأول

كل الأنواع تقريبا قد انقرضت

اللاعبون المحترفون لكرة القدم كلهم تقريبا مازالوا أحياء . ولعل هذا يصدق أيضا على علماء الفيزياء النووية ، ومخططى المدن ومستشارى الضرائب ، وهذا السجل لبقاء هؤلاء الناس أحياء يرجع فى جزء منه إلى حداثة اتخاذ كرة القدم كمهنة ، وحداثة علم الفيزياء النووية وهلم جرا ، كما أنه يرجع فى جزء منه إلى النمو السكانى – فيوجد الآن أعداداً من السكان أكبر كثيرا مما فى أى وقت سبق . وفى عام ١٩٦٦ قدر ناثان كيفيتز عالم الديموجرافيا * العظيم أن الأفراد الباقين على قيد الحياة فى ذلك العام ليسوا إلا ٤ فى المائة فقط من كل الناس الذين سبق لهم أن عاشوا . ومرة أخرى هى الحداثة ونمو السكان .

إلا أن هذا الأمر لا يصدق على الأنواع ! وثمة ملايين من الأنواع المختلفة من الحيوانات والنباتات على الأرض – لعل عددها يصل إلى أربعين مليونا . إلا أن عدد الأنواع التى وجدت على الأرض فى زمن أو آخر يصل إلى ما بين خمسة إلى خمسين « بليوناً » من الأنواع . وبالتالى فإن الأنواع التى لا تزال حية تصل فحسب إلى ما يقرب من واحد فى الألف من كل هذه الأنواع – وهذا حقا سجل تعس للإبقاء على الحياة : فنسبة الانقراض هى ٩٩,٩ فى المائة ! وهذا الكتاب يبحث سؤالين رئيسيين : لماذا تبيد أنواع كثيرة هكذا ؟ وكيف بادت ؟

* الديموجرافيا علم الدراسة الإحصائية للسكان من حيث المواليد والوفيات والزواج والصحة والعمل ... الخ .

هل للانقراض أهمية ؟

نعم ، أعتقد أن الانقراض مهم جداً ، إننا جميعا نشب مع مجموعة مكتسبة من الأفكار والصور عن العالم الطبيعى الموجود من حولنا وعن تاريخه ومستقبله . ونحن نحصل على هذه الأفكار من ألف مصدر – من كتب الصور الكرتونية ومن الفصول الدراسية والجلوس أمام التليفزيون – وتمثل هذه الأفكار المواقف الجماعية لثقافتنا . وإحدى الأفكار التى أعتقد أن معظمنا يتشارك فيها هى أن الأرض مكان جد آمن للعيش فيه ويفيض بالخيرات – هذا بصرف النظر عما يمكن للبشر أن يفعلوه بالأرض وعما يمكن أن يفعله أحدهم بالآخر . وإذا كانت الزلازل والأعاصير وأوبئة المرض قد تضرب ضربتها ، إلا أن كوكبنا على وجه الإجمال مكان مستقر . وهو ليس حاراً أو باردا أكثر مما ينبغى ، والفصول هى مما يمكن التنبؤ به ، والشمس تشرق وتغرب حسب المواعيد المحددة .

وقد نشأ الكثير من شعورنا الطيب نحو الكوكب الأرضى بسبب اليقين من أن الحياة ظلت موجودة دون انقطاع طيلة ثلاثة بلايين عام ونصف البليون . كما أننا أيضا نتلقى فى تعليمنا أن معظم التغيرات التى تحدث فى العالم الطبيعى هى تغيرات بطيئة وتدريجية . فالأنواع تتطور فى خطوات جد صغيرة عبر دهور طويلة ، والتآكل والتجوية (التعرض لفعل التقلبات الجوية) يغير ما لدينا من منظر طبيعى ولكن هذا يتم بمعدل جد بطىء يكاد لا يمكن قياسه . والقارات تتحرك ، كما فى الانجراف الحالى لأمريكا الشمالية بعيدا عن أوروبا ، ولكن هذه الحركة تقاس بسنتيمترات فى كل سنة وليس لها أى تأثير عملى فى حياتنا أو حياة أطفالنا .

هل هذا كله حقيقى أو أنه حكاية خيالية لتريح بالنا ؟ هل فى الأمر ما هو أكثر من ذلك ؟ أظن هذا . فكل الأنواع تقريبا التى كانت موجودة فيما مضى قد انقرضت . وإذا كانت هذه الأنواع قد ماتت تدريجيا وبهدوء ، وإذا كانت تستحق أن تموت بسبب من بعض التدنى فيها ، فإن مشاعرنا الحميدة نحو الأرض يمكن أن تظل مشاعر صحيحة . أما إذا كانت هذه الأنواع قد ماتت موتا عنيفا بدون أن يصدر عنها أى خطأ ، فإن كوكبنا عندئذ قد لا يكون ذلك المكان الآمن .

جينات سيئة أم حظ سىء ؟

أخذت عنوان هذا الكتاب من مقالة بحث نشرتها فى أسبانيا منذ عدة أعوام . وكنت وقتها مشغولا بما أصاب الثلاثيات الفصية * من انقراض فى حقب الحياة القديمة . فابتداء من ٥٧٠ مليون سنة مضت ، كانت هذه الكائنات المعقدة التى تشبه السرطانات هى التى تسود الحياة فى قاع المحيط – أو على الأقل فإنها تسود تجمعات الحفريات فى ذلك الحين . على أنه خلال ٣٢٥ مليون سنة من حقب الحياة القديمة تضاءلت الثلاثيات الفصية عددا ونوعا ، واختفت فى النهاية بالكامل فى الانقراض الجماعى الذى أنهى هذا الحقب منذ ما يقرب من ٢٤٥ مليون سنة . وفى حدود ما نعلم لم تخلف الثلاثيات الفصية أى ذرية وراءها .

وسؤالى فى أسبانيا هو السؤال الذى ما زلت أسأله : لماذا ؟ هل فعلت الثلاثيات الفصية شيئا ما خطأ ؟ هل كانت أساسا كائنات حية متدنية ؟ هل كانت غبية ؟ أم أنها فحسب كانت ذات حظ سىء فوجدت فى المكان الخطأ فى الزمان الخطأ ؟ والخيار الأول ،

* طائفة من المفصليات المنقرضة تشبه السرطانات الحالية . (المترجم)

أى الچينات السيئة ، يمكن أن يظهر من خلال أشياء مثل الاستهداف للمرضٍ ، أو عدم وجود إدراك حسى جيد ، أو عوز فى القدرة على التكاثر ، والاختيار الثانى ، الحظ السىء ، يمكن أن يكون وقوع كارثة استثنائية محت كل الحياة فى المناطق التى تصادف أن عاشت فيها الثلاثيات الفصية . والسؤال أساسا هو سؤال عن الطبع إزاء التطبع . هل الاستهداف للانقراض صفة ملازمة لأحد الأنواع – صنف من الضعف – أو أن الأمر يعتمد على تقلبات من الحظ فى عالم محمل بالمخاطر ؟

والمشكلة بالطبع أكثر تعقدا مما طرحتها به ، تماما مثل تعقد مسألة الطبع – التطبع بالنسبة للسلوك البشرى . على أنه فى كلا الموقفين فإن الطبيعة (الوراثيات) والتطبع (البيئة) يعمل كل منهما بدرجة ما ، والتحدى الذى يواجهنا هو أن نكتشف أى عملية هى التى تسود وما إذا كان عدم التوازن يختلف بالزمان والمكان .

طبيعة الانقراض

فى إمكاننا أن نتجنب مشكلة الانقراض – ونتجنب بالتالى هذا الكتاب – وذلك بأن نناقشها لنتخلص منها . وفى استطاعتنا أن نلاحظ أن النوع النباتى أو الحيوانى له فى المتوسط مدى حياة جيولوچية من أربعة ملايين سنة لاغير وأن وجود الحياة يعود وراء آلاف الملايين من السنين . وعلى هذا الأساس يمكننا أن نجزم بأن للطبيعة أسلوبها فى أن تجعل للأنواع مدى حياة قصير . وقد كتب ويل كويى فى مؤلفه المرح من المقالات ، والذى عنونه ، « كيف تصبح منقرضا » فقال : « لقد انتهى عصر الزواحف لأنه ظل مستمرا بما يكفى والأمر كله كان خطأ من أوله » .

وإذا تقبلنا أن تقلاب الأنواع هو الطريقة التى تعمل بها الطبيعة ، تماما مثلما

أعطت الطبيعة للبشر مدى حياة محدود ، فلن يكون هناك إذن ما يستحق العجب من انقراض الأنواع . على أنه لا يوجد مطلقا أى أساس لنساوى بين مدى حياة الأنواع ومدى حياة أفراد البشر . وليس هناك أى دليل على إصابة النوع بالشيخوخة ، ولا أى دليل على وجود سبب معروف يمنع أن يعيش أحد الأنواع للأبد ، والحقيقة أنه يزعم أن ثمة خلود فعلى فيما يسمى بالحفريات الحية (كالصراصير وأسماك القرش مثلا) .

ويمكننا أيضا التخلص من مشكلة الانقراض بأن نحاج بأن الأنواع لا تنقرض وإنما هى تتطور فحسب إلى أنواع أخرى (يُفترض أنها أنواع أفضل) وذلك بواسطة الانتخاب الطبيعى . والخلاصة الجوهرية لكتاب « أصل الأنواع » لداروين هى أن الأنواع تتغير تدريجيا إلى أنواع جديدة . وعندما يتشكل نوع جديد بهذه الطريقة ، فإن النوع السلف لا يموت : إنه فحسب يتحول إلى نوع آخر . فيقال عندها أن النوع السلف قد أصابه « انقراض زائف » فيما يتعارض مع « الانقراض الحقيقى » . ولاشك أن الانقراض الزائف يحدث فى الطبيعة ، إلا أننا نعرف أيضا أن الانقراض الحقيقى قد محا أنواعا لا حصر لعددها . والكثير من المجموعات الرئيسية من النباتات والحيوانات التى كانت ذات مرة أجزاء مهمة من منظومة الكائنات الحية فى الكرة الأرضية لم يعد لها بعد أى وجود ولم تترك أى خلف وراءها . وهناك خلاف فى البيولوچيا التطورية حول نظرية « التوازن المتقطع » * (التى يناصرها ستيفن چاى جولد) والكثير من هذا الخلاف يتركز على مسألة نسبة الانقراضات الحقيقية والزائفة فى تاريخ الحياة .

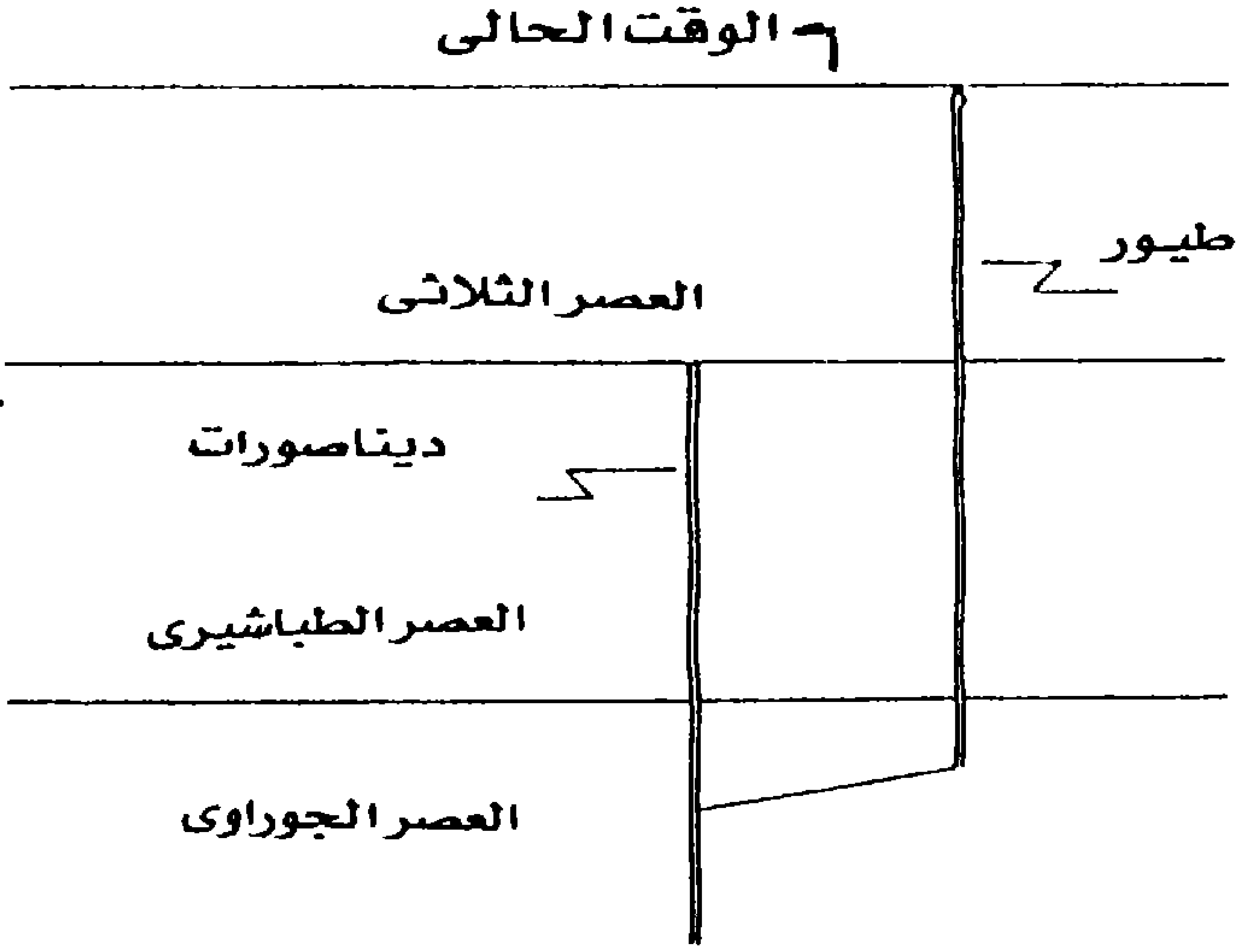
وثمة زعم بنوع آخر من الانقراض الزائف . فمما يحاج به أن الديناصورات لم تبد ، ولكنها فحسب قد طورت أجنحة وطارت محلقة . وهذا المنطق سليم عند مستوى معين .

* نظرية بأن التطور يحدث فى انتفاضات متقطعة تفصل فترات سكون أو توازن طويلة . (المترجم)

فالطيور قد تطورت فى العصر الجوراوى ، منذ حوالى ١٥٠ مليون سنة ، وهى قد تطورت من الديناصورات الموجودة وقتها (شكل ١-١) ، وأول حفريات للطيور تكاد لا يمكن تمييزها عن بعض الديناصورات الجوراوية الصغيرة . وبالتالى فإن الطيور كمجموعة قد انحدرت فعلا من الديناصورات وفيهما أوجه تشابه تشريحية كثيرة تبين ذلك . وكل الأنواع الـ ٨٦٠٠ من الطيور التى تعيش الآن تحمل بعض ميراث عن أسلافها من الزواحف .

إلا أن خط سلالة الطيور قد تفرع بعيدا فى زمن سبق بملايين السنين الزمن الذى بادت فيه الديناصورات فى الانقراض الكبير الذى ختم العصر الطباشيرى . والديناصورات الطباشيرية قد بادت دون خلف لها ! وكان انقراضها نهائيا . ولا يمكننا أن نتهرب من حقيقة أن انقراضا حقيقيا قد نال من جزء كبير من النتاج التطورى للحياة على الأرض - وإن كان حجم هذا الجزء لم يعرف على وجه الدقة .

تطور الطيور من الديناصورات الجوراوية



شكل (١ - ١) « شجرة تطورية (مبسطة إلى حد كبير) تبين أصل الطيور من خط

سلالة الديناصورات فى العصر الجوراوى . وهذا النمط قد أدى إلى أن يحاج البعض بأن الديناصورات لم تبد فى نهاية العصر الطباشيرى ، وأنها فحسب قد طورت أجنحة فى العصر الجوراوى وانطلقت محلقة » .

من الذى يدرس الانقراض ؟

من الغريب أن الانقراض لم يظهر له كيان كبير من الدارسين أو المنح الدراسية . ولا يوجد فرع من العلوم يحمل اسم الانقراض . ومع هذا فإننا نعرف الكثير عن هذا الموضوع . وقد اكتشف الجيولوچيون مبكرا فى القرن التاسع عشر أن قصر الفترات الزمنية لبقاء الأنواع الحفرية يمدنا بأحسن الوسائل لترتيب الأحداث الچيولوچية فى تعاقب زمنى . وعندما نعكس هذا الاستدلال ، فإنه يمكن للچيولوجيين أن يحددوا زمن إحدى الصخور تحديدا دقيقا بالتعرف على الحفريات . بل إنه حتى الآن ينبنى الكثير من استكشافات العالم للبترول والغاز الطبيعى على تقويم زمنى مؤسس على سجل الحفريات المتغير - وبكلمات أخرى فإنه مؤسس على ظهور وانقراض الأنواع .

على أن الچيولوجيين وزملاءهم فى الباليونتولوچيا الذين قاموا بمعظم هذا العمل الشاق ، لم ينشأ لديهم قط أى اهتمام قوى بالانقراض نفسه . وقد يكون الأمر أن هؤلاء العلماء يعملون وهم على قرب وثيق من سجل الحفريات بحيث إنهم قد فقدوا أى إحساس طبيعى بروعته . وحيث إن الأنواع التى عُثر عليها فى الصخور كلها قد

انقرضت واقعيا ، فإن السؤال لا يعود بعد لماذا ، وإنما هو فحسب متى . ومما يثير الدهشة أن ليس هناك غير عدد قليل من الچيولوچيين وعلماء الباليونتولوچيا يقومون بدور فعال فيما يحدث حاليا من اهتمام بالأنواع التى يتهددها الخطر والتنبؤ بانقراضات المستقبل .

وعندما كنت أتدرب فى مدرسة التخرج لأكون مشتغلا بالباليونتولوچيا ، تعلمت بالفعل أشياء قليلة عن الانقراض . فتعلمت أن الأنواع تتنافس باستمرار أحدها مع الآخر على المكان والموارد وتكافح دائما مع بيئتها الفيزيقية . وتعلمت أن ثمة مستوى ثابت لخلفية من الانقراض هو جزء حتمى من تاريخ الحياة ، يقطعه من حين لآخر علامة فصل من أحداث كبيرة تسمى الانقراضات الجماعية . وتذهب الحكمة التقليدية إلى ما هو أبعد قليلاً من ذلك . فإذا كان ثمة بعض اهتمام يكرس للانقراضات الجماعية فى الفصول الدراسية والمراجع ، إلا أن هذه الأحداث كان ينظر لها على أنها جد معقدة بما لا يمكن قط فهمه . وكانت مهمتنا فى المدرسة هى فحسب أن نتعلم التعرف على أهم الحفريات ومدى وجودها فى الزمان الچيولوچى .

ولكن إذا كان علماء الچيولوچيا والباليونتولوچيا لا يبدون اهتماما جديا بالانقراض ، فمن المؤكد أن علماء البيولوچيا يهتمون به . فالتطور العضوى أمر فى المركز بالنسبة لكل جوانب البيولوچيا تقريبا . وثمة علوم فرعية بأكملها – الوراثيات الجزيئية والعشائرية ، والتاكسونوميا (التصنيف) ومجالات كثيرة من الإيكولوچيا * والجغرافيا البيولوچية – وكلها تهدف لتوثيق التاريخ التطورى أو لاستقصاء العملية التى تتطور عن طريقها الكائنات الحية ، من الذى تولد عنه من ، ومتى ، ولماذا ، وكيف ؟ على أن عالم

---

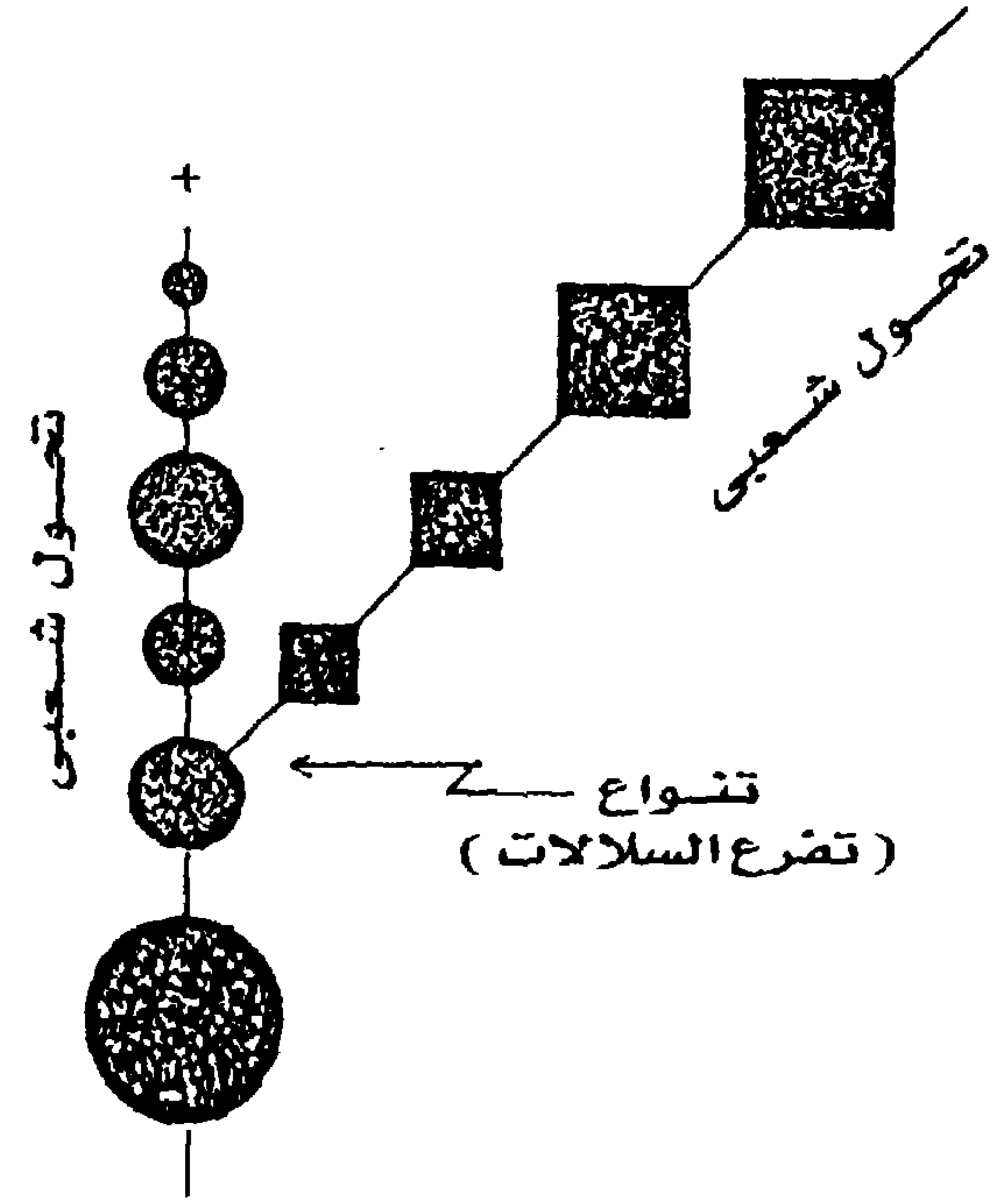
* فرع من البيولوچيا يدرس العلاقات بين الكائنات الحية وبيئتها . (المترجم)

البيولوچيا النمطى يرى على نحو يثير العجب ، أن الانقراض لا يقوم إلا بدور صغير فى التطور .

ومن مواضيع البحث المهمة فى البيولوچيا فى العقود العديدة الأخيرة الظاهرة المعروفة « بالتنواع » . والمصطلح حسب الاتفاق العام يشير إلى تشعب أو تفرع خط تطورى ، لينتج نوعين متميزين حيث كان يوجد نوع واحد ، ومما يثير السخرية أن هذا ليس أصل الأنواع الذى ركز عليه شارلز داروين . فالطريقة الرئيسية للتغير الداروينى هى التحول التدريجى من أحد الأنواع للآخر ، بدون زيادة فى عدد الأنواع المتعايشة . والحقيقة أن الأسلوب الداروينى لأصل الأنواع لا يسمى حتى بأنه تنواع عند معظم البيولوچيين وإنما هو بالأحرى يسمى بالتحول الشُّعبِى Phyletic Transformation وهى تسمية تعد إلى حد ما غير ملائمة .

وقد صورت فى شكل (١-٢) الفرق بين التنواع والتحول الشعبى . والخطان وما عليهما من رموز يصوران خطى سلالة نوعين لحيوان ما خيالى يتطور عبر الزمن . وتشريح أحد النوعين قد رمز له بالدوائر . ومع مرور الزمن ، تصبح الدوائر أصغر (فى المتوسط) بما يطرح تطورا إلى حجم جسم أصغر . وهذا التغير يحدث بتحول شُعبى .

وفى أثناء جزء من تعاقب الأحداث فى شكل ١ - ٢ يحدث تفرع : فبعض الكائنات الدائرية تتشعب لتبدأ خط سلالة من الكائنات المربعة . ثم تتطور الكائنات المربعة بالتحول الشُعبى ، وفى هذه الحالة فإن التغير التشريحى يحدث فى اتجاه الزيادة فى الحجم . لاحظ أننى قد جعلت النوع السلف (الدائرى) يبيد بالانقراض ولكنى تركت



* شكل ١-٢ شجرة تطورية افتراضية تبين التمييز بين التحول الشعبى والتنواع . وهناك كائنات حية خيالية (دوائر ومربعات) تتغير تدريجيا بالزمن ، لتصبح أكبر أو أصغر (تحول شعبى) . وعند نقطة التفرع (التنواع) ينشأ عن الكائنات الحية المستديرة خط سلالة من الكائنات المربعة * .

النوع الخلف (المربع) يواصل الحياة . وإذا كان ٩ر٩٩ فى المائة من كل الأنواع التى عاشت على الأرض قد انقرضت فإنه يترتب على ذلك أن المجموع الكلى لبدايات الأنواع هو عمليا نفس المجموع الكلى لانقراضات الأنواع . ورغم أن التنوع البيولوجى

الحالى – ملايين الأنواع الحية – يبدو لنا تنوعا عاليا ، فإن منظومة الكائنات الحية فى وقتنا الحالى قد نتجت عن فائض صغير من زيادة التنواعات عن الانقراضات ، هو فائض قد تراكم عبر زمن طويل .

وبالنظر إلى هذه الأرقام نجد أنه من المحير كيف أنه حتى علماء البيولوچيا التطورية لم يكرسوا للانقراض أى اهتمام يذكر . وقد كُتبت رسائل ومراجع كبيرة عن التنواع ، وبنى الكثيرون مستقبلهم المهنى حول هذا الموضوع . أما موضوع الانقراض فلم يكد يمسه أحد . والأمر يشبه نوعا عالم ديموجرافيا يحاول دراسة نمو السكان بدون أن يضع فى الاعتبار معدلات الوفاة . أو يشبه محاسبا يهتم بالحساب الدائن ولكنه لا يهتم بالحساب المدين . ومراجع البيولوچيا التطورية لا تحوى إلا القليل عن الانقراض فيما عدا تفاهات وتزيدات حشو معدودة من مثل « الأنواع تنقرض لأنها لا تستطيع التغلب على مشاكل التغير » أو مثل « الانقراض يصبح أمرا محتملا عندما يقترب حجم العشيرة من الصفر » . وتقول الموسوعة البريطانية (١٩٨٧) « يحدث الانقراض عندما لا يستطيع النوع بعده أن يتكاثر بمستويات الإحلال » . وهذه المقولات تكاد تخلو من أى محتوى .

على أن أوجه الاهتمام العلمى تتغير ، وهذا التغير يحدث الآن مع الانقراض . والفضل فى ذلك هو لاقتراح متهور لفيزيائى حائز على جائزة نوبل وهو لويز ألفاريز وكذلك لزملائه فى بيركلى * ، فقد أثاروا خلافا صاخبا حول ما إذا كان الاصطدام بنيزك قد سبب انقراض الديناصورات . وقد تواكب ذلك مع الاهتمام بالأنواع التى يتهددها الخطر حاليا ليؤدى إلى تشجيع المزيد من الأفراد على سبر ظاهرة الانقراض

* جامعة شهيرة بالقرب من سان فرانسسكو بأمريكا . (المترجم)

ودورها فى تاريخ الحياة . ولعل هذا المجال البازغ من الدراسات عن الانقراض سيحصل يوما على اسم ينتهى بلاحقة « لوچيا » (علم) . ومهمتى فى هذا الكتاب هى أن أشرككم معى فى محاولات بذلها الكثيرون منا لفهم المزيد عن الانقراض .

وينبغى أن أؤكد على أن الانقراض مازال مجرد عمل أشبه بكوخ صغير جدا فليس فيه أى من زخارف العلم الكبير – فلا شىء فيه يمكن مقارنته بالمعجل فائق الاصطدام * أو بمشروع الطاقم الوراثى البشرى ** أو تليسكوب هابل الفضائى *** إلا أن الأسئلة التى تُسأل عن الانقراض هى فى كل جزء منها أساسية ومثيرة للاهتمام فى محاولتنا التى تتواصل حاليا لفهم مكاننا فى الكون وللإجابة عن السؤال النهائى : لماذا نحن هنا ؟

كلمة عن الكلمة

مما يثير العجب أن كلمة « منقرض » Extinct هى صفة . ونحن نقول أن الأنواع (والبراكين) « تصبح » منقرضة أو « تروح » منقرضة (Become or go Exrinct) . وللكلمة صفتها السلبية ، فهى تتضمن التلاشى من الوجود . ورغم أن Extinci « ينقرض » كانت تستخدم ذات مرة كفعل فعّال ، إلا أن هذا الاستخدام قد انمحى من اللغة الانجليزية فى القرن السابع عشر . والنباتات والحيوانات تفعل كل أنواع الأمور الفعاله : فهى تحارب وتأكل وتهاجر وتتكاثر بل وتقوم بالتنوع . ولكن عندما تموت

---

* مشروع معجل ضخم لدراسة الجسيمات تحت الذرية يجرى إنشاؤه فى الولايات المتحدة . (المترجم)

** مشروع لدراسة تركيب وموقع الجينات فى الطاقم الوراثى البشرى ، ويكلف ما يقرب من ٤ بلايين دولار على مدى عشر سنوات ويجرى تنفيذه فى أوروبا وأمريكا واليابان . (المترجم)

*** تليسكوب أطلق فى الفضاء حوالى ١٩٩٠ للحصول على صور أقرب وأوضح للأجرام السماوية . (المترجم)

الانواع فإنها « تصبح » منقرضة . ولعل الأمر أن الانقراض ، كموت للنوع ، هو شيء مرعب نوعا ونحن دونما وعى نتجنب صيغة الفعل الفعال . أو لعل الأمر أن استخدام الكلمة يُقصد به أن تتضمن أن الأنواع إذ تصبح منقرضة فإنها تتفاعل مع تأثيرات خارجية تتجاوز قدرتها على التحكم فيها . وقد يكون هذا ، فيما أفترض ، أمرا معقولا ، لأنه لا يوجد سبب يجعلنا نشتبه فى أن أى نوع لديه نزعة انتحارية فعالة ، وإن كانت هذه النزعة قد توجد فى بعض أفراده .

أما ديجبى ماكلارين عالم الباليونتولوجيا الكندى المبرز ودارس الانقراض ، فهو يحاج مدافعا عن استخدام مصطلح « القتل الجماعى » بدلا من « الانقراض الجماعى » ، ولكنه يفعل ذلك ليميز موت الحيوانات فرديا عن موت النوع . وماكلارين مقتنع أن أكثر الجوانب درامية فى الانقراضات الجماعية هو الموت المفاجئ لحشد من الأفراد . وانقراض الأنواع هو بالنسبة له مجرد نتاج جانبى لحالات يحدث فيها أن يكون القتل قتلا كاملا . وبالتالى فإن ماكلارين لا يطرح تغييرا فى اللغة - وإنما هو يطرح تغييرا ينقل به التأكيد على الأنواع إلى التأكيد على الأفراد .

وفى مقالين من مقالات البحث الحديثة ، خطوت أنا لما هو أبعد ، بأن استخدمت بالفعل كلمتى « يقتل » و « قتل » بدلا من « منقرض » و « انقراض » . ومازلت أنتظر فى شيء من العفرتة ، لأرى إن كان زملائى سوف يلتقطون هذا الاستخدام . وأنا أتوقع له أنه على أقل القليل سوف يؤدى إلى بعض حوار ممتع مع ديجبى ماكلارين .

النوع معرّفا

قبل أن نتقدم لما هو أبعد كثيرا ، ينبغى علىّ أن أوضح ما الذى أعنيه بكلمة

Species « النوع » . إن النوع هو الوحدة التقليدية التى تستخدم للوصف فى معظم دراسات الانقراض ، على الرغم من آراء ماكلارين .

والنوع يكون نوعا إذا قال بذلك عالم تصنيف مقتدر . ورغم أن هذا فيه ما يثير السخرية إلى حد ما ، إلا أن هذا هو التعريف الإجرائى الأكثر استخداما فى البيولوچيا والباليونتولوچيا . وهو صالح للاستخدام لأن العالم البيولوچى هو فى الحقيقة مُقسّم إلى وحدات طبيعية . وعلماء التصنيف المحترفون يكرسون الكثير من الوقت والجهد لتصنيف العالم العضوى فى وحداته الأساسية – أصناف من الكائنات الحية يمكن تمييزها عن أصناف أخرى . ومعايير التصنيف تتضمن التشريح والكيمياء الحيوية واللون ، ونظم التناسل ، وأحيانا السلوك . وتُستخدم خبرة عالم التصنيف لاختيار الخصائص التى تجعل التصنيف المتماسك أمرا ممكنا .

ومن الممكن أن يوجد تعريف أكثر تدقيقا : « فالنوع هو مجموعة من الكائنات الحية تتشارك فى مستودع مشترك من المادة الوراثية (الطاقم الوراثى) » وأفراد البشر ينتمون جميعا إلى نوع واحد لأنهم جميعا يتبادلون الإخصاب معا . وبصرف النظر عن التمايز بين الجنسين هو نفسه ، فإن الحواجز الوحيدة للتكاثر بين أعضاء نوعنا هى حواجز جغرافية وثقافية . والعالم البيولوچى هو نظام لترتيب طواقم وراثية منفصلة ومستقلة ، كل منها يتغير بمرور الزمان ولكن الواحد منها لا يختلط مع الآخرين . ولما كانت الأنواع منفصلة من حيث التكاثر ، فإنه يحدث أن تنشأ اختلافات فى التشريح والسلوك .

ومهمة عالم التصنيف أن يتعرف على الأنواع الطبيعية ويميزها . ولسوء الحظ فإن تجارب التزاوج لاختبار الانفصال التكاثرى هى عادة تجارب غير عملية ، بل إن هذه

الاختبارات قد تكون مستحيلة إذا كانت الكائنات الحية تعيش فى مناطق مختلفة ولا تسلك سلوكا طبيعيا وهى فى حالة الأسر . وبالتالى ، فإن عالم التصنيف يعتمد عادة على معلومات فيها تفويض له بالقرار – المظهر الفيزيقى ، والسلوك ، ودورات التناسل ، وما إلى ذلك .

وثمة حقيقة تجعل مهمة عالم التصنيف صعبة ، وهى أن هناك اختلافات داخل النوع نفسه مثلما توجد اختلافات بين الأنواع . فعشائر النوع التى تعيش فى منطقة واحدة قد تختلف عن عشائر لنفس النوع تعيش فى منطقة أخرى وكثيرا ما يكون هذا الاختلاف هائلا . وقد تنشأ الخلافات عن تكيفات صغيرة إزاء الظروف المحلية أو هى ببساطة قد تنشأ عن اختلافات بالصدفة تظهر بين عشائر هى بالطبيعة لاتتبادل التزاوج . والتنويعات الجغرافية لأحد الأنواع تسمى النويعات Sub species أو التنوعات Varieties أو العروق Races ، بما يدل على أنها يمكنها أن تتبادل التزاوج لو عاشت فى نفس المنطقة (وأحست بميل لذلك) . والنويعات هى أنواع بدائية ، بمعنى أن النوع الأصلى هنا هو فى عملية تنواع . والنويع يصبح نوعا مستقلا بالكامل إذا ظل الانفصال الجغرافى قائما لزمن كاف .

أحيانا يحدث تهجين ناجح بين الأنواع وخاصة فى النباتات (كالبلوط مثلا) ، مما ينزع إلى تعمية الحدود بين الأنواع . والمهجنات كثيرا ما يكون شكلها توسطى . ولو كان التهجين متفشيا فى عالمنا لانهار كل تصنيف الكائنات الحية لأنواع ، ولحسن حظ علماء التصنيف ، وربما أيضا لحسن حظ التطور ، فإن هذا لم يحدث . وبالنسبة للأمر الأخير ، فإن وجود طواقم وراثية تتطور مستقلة هو الذى يمكّن من نشأة واستمرار بقاء صنوف مختلفة من التكيف ، تختلف مثل اختلاف الطيران والسباحة . وبدون هذه

الحواجز ، فإن عالمنا يصبح صعبا جداً وربما ما كنا لنوجد نحن هنا . وسيكون من المحتمل تماما أن تسيطر على البيولوچيا الكوكبية كائنات حية ذات نزعة تعميم تمكنها أن تؤدى القليل من كل شيء – ولكنها لا يمكنها أداء أى شيء أحسن الأداء .

ولما كان مما يندر احتماله أو وقوعه عمليا أن نتمكن بالفعل من اختبار قدرة الكائنات الحية على التزاوج ، فإن عالم التصنيف لابد له من أن يخمن تخمينات كثيرة مدروسة عن الحدود بين الأنواع . ويمكن للمرء أن يتحقق من أن هذه الطريقة للتناول هى طريقة صالحة فى أغلب الوقت وذلك بأن يقارن بين تصنيفات علماء التصنيف المختلفين . ومما يلفت النظر بوجه خاص المقارنات بين قوائم الطيور فى الأجزاء القصية من غينيا الجديدة والتى صنفها على نحو مستقل علماء الطيور الغربيون من ناحية والقبائل الوطنية المحلية من الناحية الأخرى . والتماثل بينهما يكاد يكون كاملا .

يصنف علماء الباليونتولوچيا الحفريات تماما مثلما يصنف علماء البيولوجيا الكائنات الحية ، وبالطبع فإن تجارب التزاوج لا يمكن مطلقا إجراؤها مع الحفريات ، كما أنه لا توجد أيضا الكثير من المعلومات السلوكية أو الفيزيولوچية . على أنه عندما يكون المرء محددا بالمظهر الخارجى وحده فإن هذا لا يصبح عيبا مهما إذا وضعنا فى الاعتبار أن البيولوچى عندما يعمل على الكائنات الحية فإنه أيضا يصدر معظم قراراته على هذا الأساس .

الهدف من الانقراض ، إن كان له هدف

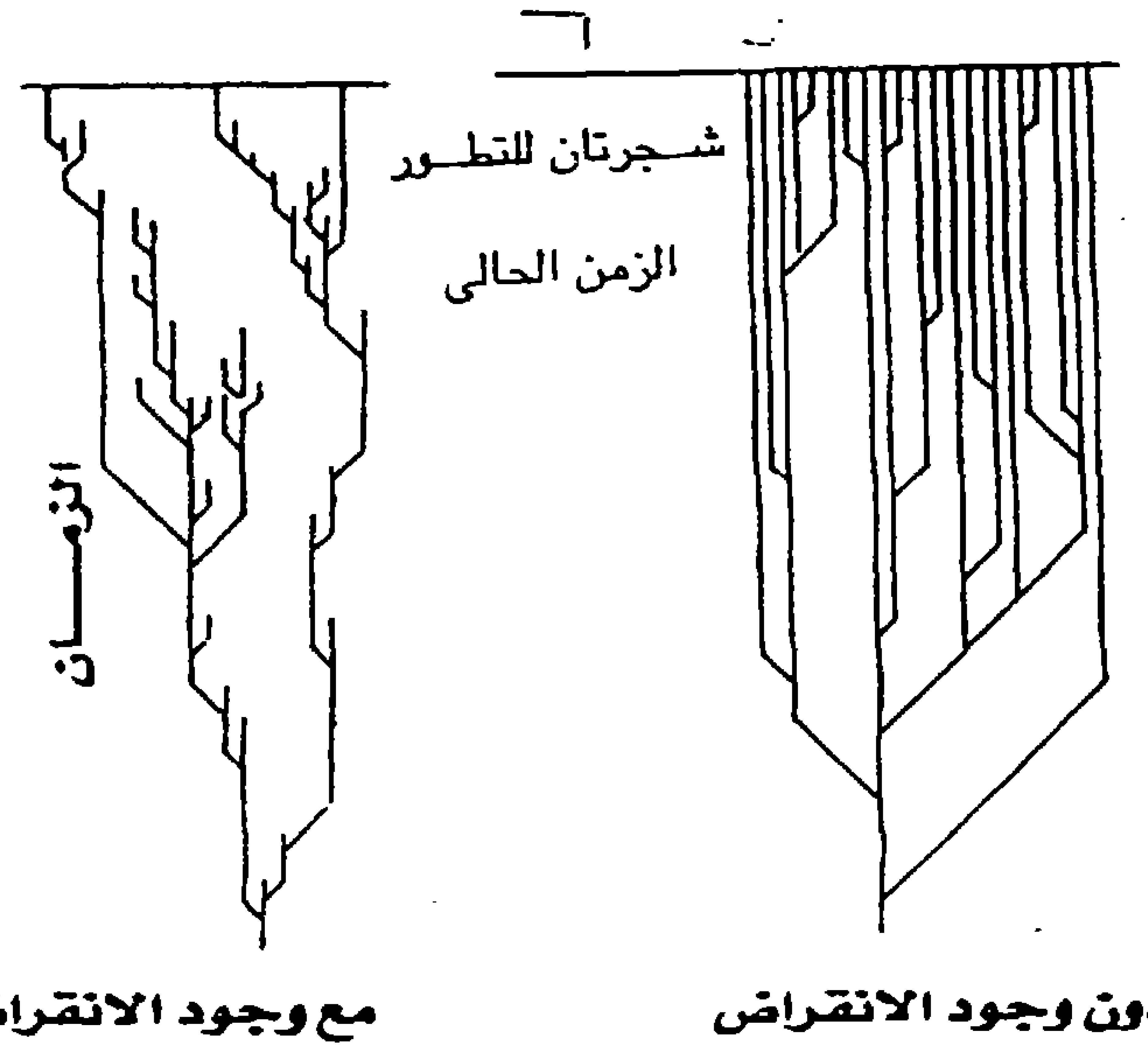
هل الانقراض أمر طيب أو أنه مجرد شر مدمر تتجاوزه بالكاد القوى البنّاءة للتطور ؟ هذا سؤال شيق صعب ليس له إجابة جازمة . وأحد الآراء الشائعة هى « إن الانقراض بالطبع أمر طيب لأنه يخدم للتخلص من الأنواع الأقل صلاحية » . وهذه

الفكرة المضمنة بعمق يمكن أن نجدها خلال كل كتاب « أصل الأنواع » لداروين ، حتى مع أن ما كان يؤكد عليه داروين أساسا هو دائما الصلاحية « من داخل النوع » . وفكرة أن الانقراض هو فى النهاية أمر طيب هى بالنسبة لبعض الأفراد فكرة جد واضحة بذاتها بحيث أنه لا حاجة لوضعها موضع الاختبار : فالأنواع الأكثر صلاحية يمكن تمييزها عن تلك الأقل صلاحية من خلال حقيقة مجردة هى حقيقة استمرار بقاءها .

أما الواقع الذى يثير القلق فهو أن آلاف الانقراضات التى وثقت توثيقا جيدا فى الماضى الچيولوچى ليس لدينا بالنسبة لأى واحد منها تفسير متين يبين السبب فى وقوع الانقراض . وهناك بالطبع اقتراحات كثيرة بالنسبة لحالات محددة : فالثلاثيات الفصية بادت بسبب منافستها من الأسماك التى طورت حديثا ، والديناصورات كانت كبيرة أكثر مما ينبغى أو غبية أكثر مما ينبغى ، وقرون الإيل الأيرلندى أصبحت مرهقة بأكثر مما ينبغى . وهذه كلها سيناريوهات معقولة ، ولكنها مهما كانت معقوليتها لا يمكن إثبات صدقها بما يتجاوز أى شك منطقى . وفى الإمكان أن نبتكر بسهولة سيناريوهات بديلة تساوى ذلك فى معقوليتها ، وليس لأى منها قدرة تنبؤية ، بمعنى أنها يمكن أن تبين بديهيا أن نوعا بعينه أو نموذجا تشريحيا بعينه قد قُدّر عليه أن مصيره إلى الانقراض .

ومما يثير الأسى ، أن البرهان الوحيد الذى لدينا بالنسبة لتدنّى ضحايا الانقراض هو حقيقة انقراضهم – وهذه محاجة فى دائرة مفرغة . وبالطبع فإن ضعف هذه المحاجة لا يؤدى إلى نفى صحة فكرة أن الانقراض يتأسس على الصلاحية : ولعله فحسب يعكس جهلنا . وكمثل فإن ثدييات الفترة المتأخرة من العصر الطباشيرى ربما كانت بالفعل أحسن تكيفا عن الديناصورات ، ولكن ما نعرفه عن هذه الحيوانات قد يكون غير كاف لأن يجعلنا نتبين هذا التفوق .

هيا نجرى تجربة فكرية فننتظر إلى ما سيكون عليه التطور لو أنه لم يكن هناك قط أى انقراض للأنواع . وشكل ١-٣ يبين رسم تخطيطى لشجرتين افتراضيتين للتطور . والزمن فى الاثنتين يتحرك من أسفل لأعلى ، وكل خط يمثل خط سلالة للنوع . والحاضر هو الخط الأفقى المار بأعلى الشكل ، بحيث أن الأنواع التى تعيش الآن تدل عليها خطوط السلالة التى تصل إلى هذا الخط الأفقى ، وكلتا الشجرتين تتفرعان لأعلى – مثل شجيرات ليس لها جذع مركزى . وكل نقطة تفرع هى حدث من التنواع .



• شكل ١-٣ شجرتان افتراضيتان للتطور تبينان تأثير انقراض الأنواع فى التنوع البيولوجى . الشجرة التى إلى اليسار تعكس التاريخ الفعلى للحياة ، حيث تتشكل أنواع كثيرة بتفرع خطوط السلالة ولكن معظمها ينقرض . ولا يبقى حيًا حتى الزمن الحالى سوى ثلاثة أنواع . أما الشجرة التى إلى اليمين فهى ما سيبدو عليه التطور لو أن الأنواع كانت لا تنقرض أبدا : فسيزيد عدد الأنواع التى تتعايش معا (التنوع البيولوجى) حتى يصل الأمر إلى التشبع » .

وشجرة التطور إلى اليسار هى ما يبدو عليه التطور بالفعل . وإذا طالعناها من أسفلها ، فإن خطوط سلالة الأنواع التى تنتهى قبل الوصول إلى أعلى الشكل هى أنواع قد انقرضت . وعدد الأنواع التى تتعايش معا (التنوع البيولوچى) يتغير عبر الزمان إذ تُضاف أنواع جديدة عن طريق التنواع وتُفقد أنواع أخرى عن طريق الانقراض .

والشجرة التى إلى اليمين تتبع نفس القواعد فيما عدا أن الأنواع لا تموت قط . والمنظر العام يشبه شجرة الصفصاف أكثر مما يشبه شجيرة العنبية . والآن فنحن نعرف أن الشجرة التى إلى اليسار هى التوصيف الأفضل للتاريخ الفعلى للحياة ، لأن لدينا البرهان الكافى على وجود الانقراض . ولكن هل يمكن أن يصلح التطور بدون انقراض ؟

لعله سيكون مما يصلح ولكن ليس على أحسن نحو . فالتطور بدون الانقراض يطرح مشاكل عديدة . وأهمها أن التنوع البيولوچى سيتزايد أُسّيا . وكلما زاد ما يصل للوجود من خطوط سلالات الأنواع ، زاد ما يوجد من سلالات تنتج مزيدا من الأنواع . وسيحدث خلال وقت سريع إلى حدما أن يتشبع النظام : وسيكون على التنواع أن يتوقف لأنه لن يكون ثمة متسع لأنواع جديدة .

وسوف يواصل التكيف بالانتخاب الطبيعى شحذ وتهذيب الأنواع الموجودة ، ولعل الجودة النهائية للتكيف ستكون أعظم مما نراه الآن لأن الأنواع سيكون لديها المزيد من الوقت . ولعل الكائنات الحية التى تشكلت فى أول الأمر ستتطور إلى بنيات أفضل كثيرا من البنيات التى نراها الآن .

وبالتالى ، يستطيع المرء أن يتخيل نظاما ما تطوريا يتم تنظيمه بدون انقراض – ولعل هذا أن يكون موجودا على كواكب أخرى فى الفضاء ، ولكن هل يمكن لعالم ليس فيه انقراض أن ينتج تنوعا بيولوچيا وافرا كذلك الذى تطور على الأرض – أى ينتج كائنات حية تختلف مثل اختلاف الثلاثيات الفصية ، والسمك ، والزواحف الطائرة ، والحيتان والبشر ؟ لعل هذا من غير المحتمل ، ولكننا لا نعرف ذلك على وجه اليقين . إن الانقراض يمحو خطوط سلالات واعدة – وكثيرا ما يكون ذلك مبكرا أثناء عملية التكيف – ولكن هذا يخلق مساحة للابتكارات التطورية . وبالتالى فإن الانقراض على الأقل فى عالمنا ، يوفر باستمرار فرصا جديدة للكائنات الحية المختلفة التى يمكنها هكذا استكشاف ما هو جديد من أماكن المثوى وأساليب العيش . وهذه العملية « تجعل الإناء يظل يغلى » وقد تكون ضرورية للتوصل إلى تنوع أشكال الحياة ، فيما مضى وحاليا .

إن ما سبق يطرح أن الانقراض قد يكون عنصرا ضروريا فى التطور ، ولكن القضية ليست بأى حال قضية متينة . وسوف نعود إلى هذا السؤال فى فصول قادمة ، حيث سنرى أن الكثير يعتمد على ما إذا كان الانقراض عشوائيا أو انتخابيا فى اختياره لضحاياه .

مراجع و مصادر لمزيد من القراءة

SOURCES AND FURTHER READING

Cuppy, Will. 1983. How to become extinct. Chicago : University of Chicago Press, Reprint of 1941 classic.

Darwin, Charles. 1859. On the origin of species. London : Murray. Available in many editions and reprints.

Erwin. T. L. 1988. The tropical forest canopy. In Biodiversity (reference below), 123-29. Summary of the pioneering research that led to the estimate that as many as forty million species may be living today.

Keyfitz, N. 1966. How many people have ever lived on earth? Demography 3 : 581 - 82. Source of estimate of the proportion of people still alive.

Raup, D. M. 1981. Extinction : Bad genes or bad luck? Acta Geologica Hispanica 16 (1-2) : 25 - 33.

Wilson, E. O., ed. 1988. Biodiversity. Washington, D. C. : National Academy Press. Collection of essays and reseach reports on Problems of present and fatutre extinctions' presentations at the National Forum on Biodiversity, held in Washington, D, C., in September 1986.

الفصل الثانى

تاريخ موجــز للحياة

إن عرضى لتاريخ الحياة سيكون عرضا انتقائيا ، ذلك أن استكمال تاريخ الحياة فى فصل من ٥٠٠٠ كلمة يتطلب اختصار كل ٧٠٠٫٠٠٠ سنة فى كلمة . وإنما سأغطى نقاطا حاسمة قليلة تتعلق بالانقراض ، وكذلك أيضا بعض الجوانب فى سجل الحفريات التى تفيد كخلفية لما سيلى من مناقشات .

أصل الحياة

فى البدء كانت البكتريا . وأول تسجيل للحياة على الأرض هو فى صخور باستراليا عمرها ٣٫٥ بليون سنة (تختصر إلى ٣٫٥ جاق زح ، أى جيجا * سنة قبل زماننا الحالى) ، وهذا العمر يقل عن عمر أقدم صخور الأرض بنصف بليون سنة لاغير . وهذه الحفريات هى لبكتريا ذات خلية واحدة ولا هوائية ولا تمثل الضوء ، وخلاياها تنقصها النواة وملامح أخرى عديدة لأشكال الحياة الأكثر تقدما . ورغم أن هذه الكائنات الحية توسم بأنها بدائية ، إلا أنها ناجحة نجاحا هائلا وما زالت تزدهر حاليا فى صفوف منوعة من البيئة .

وفيما يفترض فإن هذه الحفريات الاسترالية هى تقريبا حفريات أول حياة ظهرت على الأرض ، ويفترض كذلك أن الحياة قد ظهرت من اللا حياة كنتيجة لتفاعلات كيميائية تلقائية - حدثت أيضا على الأرض . وهذه الافتراضات (أو ربما تكون كلمة

* جيجا سابقة معناها ألف مليون . (المترجم)

الاستدلالات أفضل) لا يمكن إثباتها ، وثمة الكثير من النظريات البديلة وكمثل ، فليس من المستحيل أن تكون الخطوات الكيميائية الأولى لأصل الحياة قد حدثت فى مكان آخر ثم وفدت إلى الأرض من الفضاء . على أنه بالنسبة لمعظم من يشتغلون على هذه المشكلة ، فإن أبسط البدائل هو أن نشأة الحياة كانت أرضية . والبحث فى أصل الحياة مجال نشط ولكنه صغير . وهو فى البعض منه بحث نظرى صرف ، وفى بعضه يتطلب دراسة معملية عن مدى معقولية أن تنشأ الحياة على الأرض فى أول عمرها ، كما أن بعضه يستلزم إجراء أبحاث عن جزيئات عضوية معقدة فى الفضاء .

وأحد الفروض الأخرى الذى يقارب هذا الفرض فى انتشاره العام ، هو أن كل ما تلى ذلك من حياة قد تواصل كسلالة من شكل الحياة الأصلى من خلال سلسلة متصلة فى أزواج من السلف – الخلف . ويبدو هذا الافتراض جيدا لأن كل الكائنات الحية تتشارك فى صفات بيوكيميائية . وبالطبع فإنه مما يمكن تصوره أن تكون الحياة قد نشأت أكثر من مرة واحدة على الأرض فى عمرها الباكر ، إلا أن أشكال الحياة كلها بادت مبكرا ما عدا شكل واحد ، تاركة بذلك خط سلالة وحيد هو السلف للحياة كما نعرفها الآن . وإذا كان هذا قد حدث ، فإنه يكون أول انقراض مهم للأنواع .

عملت منذ سنوات عديدة مع چيم ڤالنتين عالم الباليوبيولوچيا * فى جامعة كاليفورنيا (بيركلى) ، وكنا نختبر فكرة أن الحياة ربما تكون قد نشأت أكثر من مرة واحدة . واستخدمنا بعض المناهج المأخوذة من مشكلة « إفلاس المقامر » (التى سترد فى الفصل القادم) وذلك حتى نسأل سؤالا هو ، لو كانت هناك نشأت عديدة مستقلة للحياة ، ما هى فرص احتمال أن تبيد كلها ما عدا شكل واحد منها ؟ وبيَّن تحليلنا أنه

* الباليوبيولوچيا كلمة مركبة من علمى الباليونتولوچيا والبيولوچيا . (المترجم)

حتى لو كانت الحياة قد نشأت عشر مرات ، فإن الاحتمال هو أنه بالصدفة المجردة لن يبقى حيا إلا شكل واحد من العشرة ، وإذا كان هناك أكثر من عشرة نشآت للحياة ، فإنه يصبح من المحتمل أن ستوجد سلالات حية لشكلين على الأقل من أشكال الحياة الأصلية . وإذا كان هناك حقا نشآت عديدة للحياة ، بحيث تموت المحاولات كلها ما عدا محاولة واحدة ، فسوف يتخلف لدينا سؤال يتناول الچينات السيئة - الحظ السيء : هل فاز أفضل أشكال الحياة فى صراع من أجل البقاء ، أو أن خط السلالة التى بقيت حية هو فحسب الخط المحظوظ ؟

حيـاة معقـدة

الفترة الزمنية الجيولوچية الطويلة التى بين ظهور أقدم بكتريا (عند ٣٫٥ جاق زح) وظهور الكائنات الحية المعقدة ذات الخلايا المتعددة (عند حوالى ٠٫٦ جاق زح) تعرف بالأحقاب قبل الكمبرية أى ما قبل العصر الكمبرى . وخلال كل الأحقاب قبل الكمبرية نجد أن سجل الحفريات فيه ندرة إلا أنه يُظهر بالفعل بعض تغيرات تطورية . وكمثل ، فإن أول ما يتاح من برهان متين على التمثيل الضوئى يظهر حوالى ٢ جاق زح ، أما نوات النواة الحقيقية (الكائنات الحية التى فيها خلايا ذات نواة) فتظهر حوالى ١٫٩ جاق زح .

ومن المنظور البشرى فإن الأحقاب قبل الكمبرية هى فترة زمنية طويلة من تغير بطيء ، حيث هيمن على التنوع البيولوچى فى كوكبنا كائنات معدودة تعد بسيطة من الوجهة التشريحية . على أنه قد حدثت فى ذلك الوقت تغيرات رئيسية فيما يتعلق بكيمياء الغلاف الجوى وقدرة الحياة على أن تنتفع ببيئتها ، تغيرات هى فيما يحتمل أساسية بالنسبة لكل ما سيلى من تطور . ولعل أكثرها أهمية هو نشأة الغلاف الجوى

الأوكسچينى ، وهو نتاج الحياة النباتية المبكرة ، وهذا بدوره جعل فى الإمكان وجود حيوانات تتنفس الأوكسجين . وهكذا فإن غلافنا الجوى الأوكسچينى كان فى نفس الوقت سببا ونتيجة للتنوع فى الحياة .

سوف تلاحظ كيف أنى أكثر من استخدام كلمات مثل « فيما يحتمل » و « لعل » ، ذلك أن دراسة الحياة المبكرة والظروف على الأرض فى عمرها المبكر هى أمور فيها الكثير من المقامرة . وهى تحتاج إلى إجادة الاشتغال بالحزر وأحيانا بالتخمين – ولكن هذا ليس بأكثر مما فى مجالات أخرى كثيرة من العلم .

ومنذ حوالى ٦٠٠ مليون سنة (٦٠٠ ما أو ٦ر٠ جا ق زح) ، انطلقت كل نيران التطور العضوى . فنجد فجأة أن سجل الصخور يحوى بقايا وافرة من كائنات معقدة منوعة . وإحدى أقدم المجموعات هى ما يسمى منظومة حيوانات إدياكارا ، التى اكتشفها فى ١٩٤٦ ر . سى . سپريج ، وهو چيولوچى تعدين كان يعمل فى الحكومة الاسترالية .

وثمة وجه للسخرية هنا ، ذلك أنه ما من پاليونتولوچى محترف كان سيبحث عن أى حفريات حيث وجد سپريج هذه المجموعة – فى صخور رملية من الكوارتز النقى نادرا ما تحوى أى بقايا حفريات . وفوق ذلك ، فإن هذه الصخور كان المعروف عنها أنها أقدم من المجموعات الكمبرية للثلاثيات الفصية والحفريات الأخرى الشائعة . وكان عمل سبريج - فى استراليا هو استكشاف مناجم الرصاص القديمة ، ولكنه كان لديه كهاوى نزعة قوية للاهتمام بجمع الحفريات وكان يواصل بحلقة عينيه حتى فى الصخور التى لن يبالى أى پاليونتولوچى بالنظر إليها .

ومنظومة حيوانات إدياكارا معروفة الآن على نطاق العالم كله . وحفرياتها هى لكائنات مائية غريبة ذات أجساد رخوة . وبعضها قد ينتمى إلى مجموعات تطورية تعيش حاليا ، إلا أن أكثرها يتصف بالألغاز . وأحد الآراء الشائعة بين الباليونتولوچين هو أن مجموعة إدياكارا تمثل فرعا تطوريا رئيسيا قد باد مقتولا - فهو بداية زائفة . وبهذا المنحى فإن مجموعة إدياكارا هى مما يمكن مقارنته بمجموعة بيرجس شال الأصغر سنا إلى حد ما (الكمبرى المتوسط فى كولومبيا البريطانية) ، والتى وصفها ستيفن چاى جولد وفسرها ببراعة بالغة فى كتابه « الحياة المدهشة » .

وأيا ما كان أصل ومصير كائنات إدياكارا ، فإنها حيوانات معقدة شغلت مناطق كثيرة أثناء أواخر الأحقاب ما قبل الكمبرية . ووجودها يتقارب فى نفس العمر الزمانى بحيث يصعب تقدير مدى الطول الزمانى لعهد الإدياكارا ، ومن المحتمل أنه كان عهدا قصيرا جداً .

هذا وقد بدأ العصر الكمبرى حوالى ٥٧٠ ما ق زح ، وتتميز بداية هذا العصر بظهور تنوع بدرجة أكبر كثيرا عن ذى قبل . ومن وقتها حتى يومنا الحالى فإن معظم الصخور التى يمكنها أن تحوى حفريات ، تحتوى عليها بالفعل .

ما السبب فى أنه بعد فترة طويلة هكذا من التطور البطىء ، حدث فجأة تنوع للحياة على الأرض ، تغير بلغ من دراميته أنه كثيرا ما يشار إليه بالانفجار الكمبرى ؟ وتنادى إحدى النظريات بأن شيئا ما قد حدث فى البيئة الفيزيقية - لعله تغيير فى تركيب المحيطات أو الغلاف الجوى - مما حفز نشأة كائنات متنوعة تنوعا أكبر . ولعل الأمر أن حدثت زيادة مفاجئة فى كربونات الكالسيوم المتاحة فى المحيطات بما شجع على تطوير كائنات تستخدم كربونات الكالسيوم فى صنع هياكل عظيمة ومحارات صلبة .

أو أن التنوع قد يكون له سبب بيولوچى هو : ظهور كائنات ترعى فى المناطق البحرية الضحلة المغطاة بمجتمعات بسيطة من الطحالب ، الأمر الذى شجع بالتالى على التنوع . وقد تأتت هذه الفكرة عن مبدأ إيكولوچى معروف يسمى « الحصد Cropping » ناقش أمره جيدا ستيڤن ستانلى الذى يعمل بجامعة كيس وسترن ريزرف . فوجود نوع مستهلك ، مثل نوع عاشب أو لاحم يحفز تنوع الأنواع فى المنطقة التى يتم حصدها .

وثمة تفسير للانفجار الكمبرى يختلف عن ذلك بعض الشيء ولكنه تفسير جذاب ، وهو يشبّه هذه المرحلة من التطور بوباء لأحد الأمراض ، ذلك أن الكثير من الجراثيم المرضية تظل موجودة بكميات صغيرة لسنين كثيرة ، وبعدها ، وبدون سبب ظاهر لا تلبث أن تتزايد إلى كميات وبائية : وتنامى أى مرض يحدث بمعدل أُسّى (مثل الفائدة المركبة) : وكلما زاد ما يوجد من جراثيم المرض ، زاد عدد ما يضاف إليها (بالتكاثر) فى فترة قصيرة . وعندما لا يكون موجودا سوى عدد قليل من الأفراد ، فإن نمو العشيرة لا يكون على نحو درامى ، ولكن عندما تتزايد العشائر ، نجد أنه يضاف المزيد والمزيد من الأفراد فى كل دورة تكاثرية ، ويصبح المرض وبائيا .

والتطور هو حقا مثل المرض عندما نفكر فى التنواع على أنه يماثل تكاثر جرثومة المرض ونفكر فى الانقراض على أنه يماثل موت الجراثيم . وطالما يظل معدل التنواع أكثر من معدل انقراض النوع ، فإن عدد الأنواع (التنوع البيولوچى) ينبغى أن يزيد بمعدل أُسّى . وكلما زاد عدد الأنواع الموجودة ، زادت فرص التنواع زيادة أكبر . والفترة الزمنية الطويلة قبل الكمبرية بما كان فيها من بطء التوسع التطورى ، قد تكون بالتالى كمثيل لجراثيم مرضية لم تصل بعد إلى الجزء الحاد من منحنى نموها الأسّى . وإذا كان التماثل صحيحا ، سيكون مما لا جدوى له أن نبحث عن بعض حدث خاص –

فيزيقى أو بيولوچى - يكون هو الذى قدح زناد الانفجار الكمبرى .

نوعية سجل الحفريات :

سجل الحفريات يُعد سجلا رديئا وممتازا فى نفس الوقت . فمن ناحية نجد أنه لم يتشكل كحفريات إلا جزء جد صغير من الحياة الماضية (وهو ما عثر عليه علماء الباليونتولوچيا) . ومن الناحية الأخرى فإن لدينا عشرات الملايين من الحفريات المحفوظة بشكل ممتاز لتجرى عليها الأبحاث . وهناك ما يقرب من ٢٥٠ر٠٠٠ نوع قد تم توصيفها وتسميتها وتحديد موقعها فى المكان والزمان تحديدا جيدا بصورة معقولة . وبالتالى ، فرغم أن العينات الموجودة من الحياة الماضية ليست إلا نسبة مئوية صغيرة من الكل ، إلا أنها كبيرة بما يكفى لأن تمدنا بالكثير من المعلومات .

وثمه مشكلة أخرى فنوعية عينات الحفريات تتباين تباينا هائلا من أحد الكائنات الحية إلى الآخر ومن إحدى البيئات الفيزيقية إلى الأخرى . وعموما فإن الكائنات الحية المائية هى التى يحتمل أن تبقى محفوظة أكثر من الكائنات التى على اليابسة ، لأن البحيرات والمحيطات هى أماكن ترسب الرسوبيات . والحيوانات التى بها هياكل عظمية صلبة فيها معدنيات تشكل الحفريات بسهولة أكبر من الكائنات الحية ذات الأجساد الرخوة . وبالتالى فإن سجل الأسماك البحرية أفضل كثيرا من سجل الحشرات البرية .

وأحد الجوانب الغريبة فى تشكل الحفريات هى أن احتمال حفظ النبات أو الحيوان يكون أكبر عندما يُنقل الواحد منها من البيئة التى كان يعيش فيها . فالبيئات الطبيعية لمعظم الأنوا ع بيئات نشطة بيولوچيا وتدعم وجود الكثير من الكائنات الحية الملتهمة بما فى ذلك بكتريا التحلل . وإذا مات الحيوان أو النبات فى هذه البيئة ، فإن بقاياه سرعان ما يتم التهامها بالكائنات الملتهمة . أما عندما ينقل الجدث الميت سريعا إلى وضع خامل

بيولوچيا فإن إمكانية حفظه تزيد . وأحسن مواقع الحفريات لدينا قد تشكلت بهذه الطريقة ، بما فى ذلك حفر قار (لابريا) حيث وقع العديد من حيوانات عصر البليستوسين فى قبضة القار السائل . وهناك حالات قليلة حدث فيها للحيوانات الأرضية اختناق بسبب وابلات من الرماد البركانى . والأحداث العجيبة التى من هذا النوع قد وفرت لنا أغلى ما عندنا من نوافذ نطل منها على الماضى .

ستمائة مليون سنة من التقلبات

مع نهاية العصر الكمبرى ، كانت البيولوچيا الكوكبية قد طورت مجتمعات معقدة ومتنوعة ، على الأقل فى المحيطات . وكانت الأرض اليابسة موجودة ولكنها بعد غير مأهولة : فليس من شجر ولا حشرات ولاكائنات تطير ، إن چاك كوستو * كان سيجد من السهل عليه عمل عروض تليفزيونية شيقة ومثيرة فى هذه الفترة ، وإن كان عليه أن يستغنى فى عروضه عن القروش ومعظم الأسماك . ومع هذا ، فمازال هناك ما يصوره من الحواجز الاستوائية ، وكذلك أيضا بعض الحيوانات التى تثير الاهتمام والتى تسبح فى الماء أو تقطن عند القاع . ولعل كوستو كان سيركز عمله على الثلاثيات الفصية بسبب كبر حجمها وتنوعها الهائل .

وفترة الستمائة مليون سنة منذ الإدياكارا حتى الآن تعرف بدهر الحياة الظاهرة ، وهى توفر لنا سجل حفريات زاخر وتوفر لنا معظم ما نعرف عن التطور (والانقراض) . ودهر الحياة الظاهرة كثيرا ما يتم تدريسه فى المدارس على أنه سلسلة من فترات

* چاك كوستو عالم اشتهر بالغوص فى أعماق البحار بغواصة تتيح له استكشاف الأحياء فى الأعماق وتسجيل صور وأفلام لها . (المترجم)

منفصلة – عهد الأسماك ، وعهد الزواحف وهلم جرا – ثم يؤدى إلى عهد الثدييات وإلينا نحن . على أن ستيفن چاى جولد قد بين على نحو مقنع أن دهر الحياة الظاهرة فى الواقع لم يكن كذلك . فهو ليس تعاقب من عهود أسر كوكبية تسيطر عليها كائنات حية تتزايد تعقد للأبد .

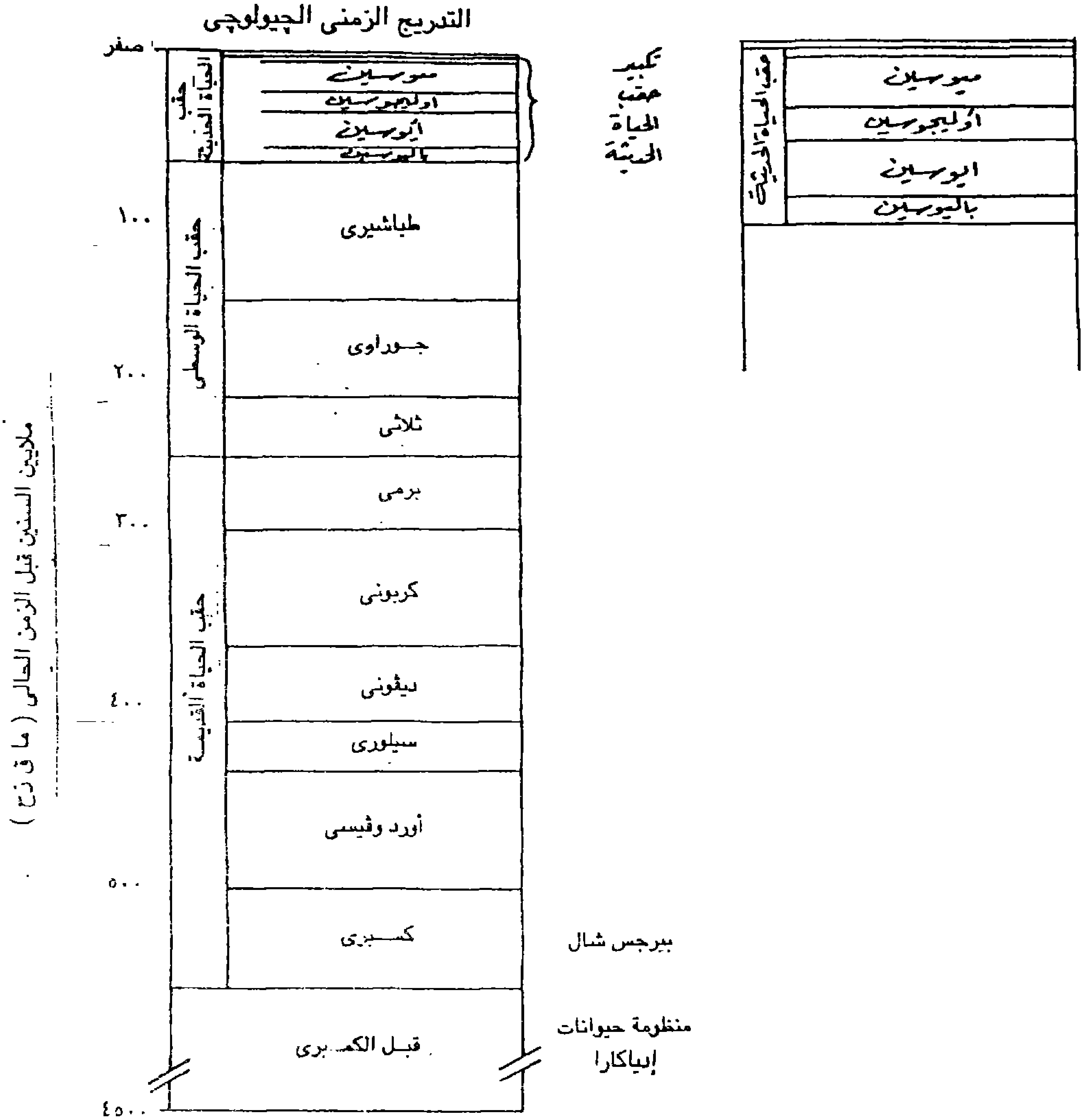
ومن الحقيقى أن دهر الحياة الظاهرة قد شهد عددا من الإضافات المهمة للذخيرة البيولوچية . والكثير من هذه الإضافات مازال باقيا على قيد الحياة للآن ومازال يتطور . وقد تم غزو الأرض اليابسة بالنباتات فى العصر الديڤونى (لمعرفة المقياس الزمنى أنظر شكل ٢-١) ، وتم بعدها مباشرة تقريبا التطوير الراقى لطيران الحشرات . وبحلول العصر الكربونى ، كانت غابات الأمطار الاستوائية قد تم تطورها بما له قدره (عندما تكون الظروف ملائمة) وسرعان ما أتت بعدها الحيوانات الفقارية التى تقطن اليابسة . وبعض دراسات مجموعات الحفريات من غابات الأمطار فى العصر الكربونى تطرح أن تنوع الحشرات كان فى ذلك الموضع بنفس القدر الكبير من تنوعها الآن .

وابتداء من العصر البرمى وما تلاه ، توافر وجود الحيوانات الفقارية الصغيرة والكبيرة على اليابسة . وكثيرا ما يقال أن الزواحف الكبيرة سيطرت على العالم ، فى المحيطات وفوق اليابسة معا ، طيلة امتدادات زمنية طويلة فى العصرين الجوراوى والطباشيرى . ولكن هذا فيه مبالغة كبيرة . ومن المؤكد أن بعض الزواحف كانت هى أكبر الحيوانات التى عاشت وقتها – الديناصورات الكبيرة على اليابسة وأسماك الاكثيوسورات والموزاسورات فى المحيطات . ولكننا عند الحديث بلغة كتلة الحياة على كوكبنا نجد أن هذه الكائنات لم تلعب إلا دورا ثانويا ، فهى لم تكن قط ذات أنواع كثيرة

أو عشائر كبيرة عندما نقارنها مع الملايين من الكائنات الحية الأصغر ، ومن المحتمل جدا أنه لم يعش فى نفس الوقت الواحد أكثر من خمسين نوعاً من الديناصورات . وفى تباين مع ذلك نجد أن أنواع السنجاب التى تعيش الآن يبلغ عددها أكثر من خمسة أضعاف ذلك .

وتلا انقراض الديناصورات والزواحف البحرية الضخمة فى نهاية العصر الطباشيرى أن حدث تنوع سريع فى الثدييات . وأدى هذا إلى أن ظهر فى الوقت الملائم « الانسان العاقل » (الهوموسابينز) ، أى نوعنا نحن .

وبسبب الابتكارات الملحوظة الكثيرة التى وُجدت فى التطور أثناء دهر الحياة الظاهرة ، بما فى ذلك تلك التى ذكرناها فى التو ، فإن بعض الباليونتولوچيين ينظرون إلى هذا الدهر على أنه فترة من التقدم المنتظم من كائنات حية بسيطة إلى كائنات معقدة ، ومن الكائنات البدائية إلى الكائنات المتقدمة ، ومن الكائنات الصغيرة إلى الكائنات الكبيرة . على أن مثل هذه التعميمات لا تصمد عند تمحيصها عن كثب . والحقيقة أن تطور الحياة أثناء دهر الحياة الظاهرة كان يسيطر عليه عمليات حذف وإحلال ويعمه الكثير من التقلبات . وهناك مجموعات تطورية رئيسية ظهرت فيه وازدهرت لفترة ثم بادت ، والكائنات الحية التى حلت محل هذه المجموعات هى كائنات مختلفة عنها ولكنها لا تتصف على نحو حاسم بأنها أكثر تعقدا أو تقدما أو كبرا .



شكل ٢-١ التدريج الزمنى الچيولوچى القياسى للجزء الأصغر عمرا من تاريخ الأرض . ويبين الأحقاب والعصور (من الكمبرى حتى الحقب الثالث) ، وكذلك فترات الحقب الثالث (باليوسين وأيوسين وهلم جرا) وفترة البليوسين تعقب فترة الميوسين ولكنها أقصر من أن تظهر على هذا التدريج) . وتقسيم الزمان مبنى أساسا على الحفريات . والتدريج إلى اليسار هو التقويم الجارى حاليا للجدول الكرونولوچى المؤسس على الحفريات (عن هارلاند وزملائه ، ١٩٩٠) .

التماثل مع سوق الأوراق المالية :

يمكن للمرء أن يدرك السمة الغالبة على تاريخ دهر الحياة الظاهرة بأن يقارنه بقوائم سوق الأوراق المالية عبر عقود عديدة من السنين . وسنجد أن سوق الأوراق المالية فى نيويورك كانت فى العشرينيات تستخدم تقريبا نفس تصميم القوائم المستخدمة الآن – قوائم الترتيب الأبجدى لأسماء الشركات ومؤشرات الأسعار والمكاسب وما إلى ذلك . وكان العدد الكلى للشركات أقل بعض الشىء من عددها الآن ، تماما مثلما كان التنوع البيولوچى فى العصر الديڤونى أقل بعض الشىء مما هو عليه الآن . وبمرور السنين تدخل شركات وتخرج شركات من قوائم سوق الأوراق المالية . وما أن تنقرض شركة فإنها لا تعود ثانية . كما أن هناك صناعات معينة تنمو أو تضمحل . وفى العشرينيات والثلاثينيات كان هناك العديد من أسهم السكك الحديدية ، أما أسهم خطوط الطيران فإنها رغم وجودها إلا أنها كانت ضئيلة الأهمية . وأحيانا تظهر صناعات جديدة ، وإذا استمر بقاؤها فإنها تمر بفترات من التوسع أو التجمد . وكل هذا يمكن تتبع مساره بإحصاء عدد الشركات الموجودة فى قائمة كل صناعة .

وقد يحدث فى أى أسبوع أن تتذبذب أسعار الأوراق على نحو مشوش ، وأحيانا يحدث أن تتحرك كل الأسهم تقريبا فى نفس الاتجاه ، بينما فى أحيان أخرى تتجه بعض الشركات إلى ناحية بينما تتجه شركات أخرى إلى الناحية المضادة ، وكل مجموعة منها فى استقلال واضح عن الأخرى . أما متوسط أسعار كل الأوراق المالية فى نهاية الأسبوع فهو نتيجة تترتب على عوامل عديدة داخلية وخارجية تؤثر فى

الأسعار . وعندما يهبط سعر بعض الأوراق إلى الصفر فإن الشركة تنقرض ، وفوق كل شيء ، فإن أسعار الأوراق المالية مثلها مثل تركيب السوق كله ، هي من الوجهة العملية من الأمور التي لا يمكن التنبؤ بها من أسبوع لأسبوع أو من عقد لعقد ، والأمر كذلك أيضا بالنسبة للتطور البيولوچي في دهر الحياة الظاهرة .

ورغم أن تاريخ سوق الأوراق المالية نموذج جيد بدرجة مدهشة لتمثيل التطور في دهر الحياة الظاهرة ، إلا أن التماثل يفشل في بعض النواحي ، وكمثل ، فإن الفيض الحديث من اندماج الشركات في اتحادات يماثل عملية التهجين البيولوچية : وخطوط السلالات التطورية يحدث بينها هي أيضا اندماج . على أن هذا بقدر ما نعرف ليس بالأمر الشائع في التطور .

وعند مقارنة سجلات سوق الأوراق المالية على مدى خمسين أو خمس وسبعين سنة ، يمكننا أن نرى أن هناك اتجاها أكيدا وإن كان غير منتظم ، فيه تحول نحو الشركات التي تتصف بأنها أكثر حداثة . فشركات البلاستيك وطيران الفضاء تزدهر ، وتظهر أسماء مشهورة مثل زيروكس وكمبيوتر آپل . وعلى نحو محتوم تقترب القائمة تدريجيا من قائمة الوقت الحالي . ويحدث الشيء نفسه في سجل الحفريات في دهر الحياة الظاهرة . ومع كل تغير يحدث في منظومات الحيوانات والنباتات تصبح منظومة الكائنات الحية الكوكبية أقرب إلى المنظومة المعاصرة . ولما كان لنا وضع من الأفضلية عند أحد الأطراف من هذا التعاقب الزمني ، فإن ما يحدث من التغيرات يعطي انطباعا بأنها نوع من تعاقب موجه يؤدي إلى حيث نوجد نحن . وبكلمات أخرى فهذا هو التقدم . ولكن هذا الانطباع سيظل باقيا حتى لو كان التعاقب التطوري مشوشا بالكلية .

ولما كان إدراك ما يحدث من اتجاهات وأنماط يعتمد اعتمادا كبيرا على ما يراه المرء بمثابة الوضع الأفضل ، فإن من الصعب النظر إلى السجل التطورى نظرة موضوعية . ويصدق هذا على وجه الخصوص عندما نتناول تطور الحيوانات الفقارية التى تقطن اليابسة : البرمائيات والزواحف والطيور والثدييات . ويكاد يستحيل علينا أن نتحاشى الشعور بأن النوع البشرى هو الذروة من التقدم لأعلى - أيا ما كان معنى كلمة « لأعلى » . وهذه الفكرة عن التقدم تتضمن أن الثدييات هى على نحو ما كائنات أفضل من الزواحف أو البرمائيات وأن البشر هم على نحو ما أفضل من الثدييات الأخرى . وهذا بدوره يتضمن أن الانقراضات التى حدثت فى الماضى كانت بسبب أوجه نقص فى ضحاياها - وبكلمات أخرى فهى بسبب جينات سيئة .

وسوف يتضح لنا من بعض الصور الموجزة للحياة فى دهر الحياة الظاهرة مدى ما فى السجل التطورى من روعة وتشوش معا .

عيون الثلاثيات الفصية :

تمت نشأة الإدراك البصرى فى عالم الحيوان مرات كثيرة على نحو مستقل . وفى بعض الأحيان يكون البصر مقصورا على مجرد أنسجة حساسة للضوء ، هى رغم أهميتها للحيوان إلا أنها لا يكاد يمكن تصنيفها كأعين . والقدرة البسيطة على تمييز الضوء من الظلام موجودة على نطاق واسع بين القنافذ البحرية والسمكة النجمية وبين الكثير من اللافقريات الأخرى . أما الأعين الحقيقية فقد تطورت فى مجموعات جد مختلفة مثل الحشرات والرخويات والطيور والثدييات . وهذه المجموعات لها سلف مشترك عندما نذهب وراء بما يكفى ، إلا أن أعينها هى ابتكارات تطورية تمت مستقلة أحدها عن الآخر .

والثلاثيات الفصية التى وجدت فى حقب الحياة القديمة (٥٧٠ - ٢٤٥ ما ق زح) لها أعين مركبة تشابه أعين ما هو حديث من السرطانات والحشرات وغيرها من المفصليات . والتشابه فى هذه الحالة ربما يرجع إلى وجود أسلاف مشتركة ، رغم أن سجل الحفريات غير متاح بما يثبت ذلك ، وتتكون العين المركبة من عناصر كثيرة منفصلة ، مع عدسات منفصلة ، وكلها تعمل معا لتشكل الصورة . وأحيانا تكون حفريات الثلاثيات الفصية جيدة بما يكفى لإظهار نظام عدسات العين فى حالة تكاد لم تتغير .

ومنذ سنوات عديدة ، استرعى نظام العدسات عند الثلاثيات الفصية انتباه عالم فيزياء فى جامعة شيكاغو كان أيضا جد متحمس لجمع الحفريات ، واسمه ريكاردو ليڤى - ستّى . وبالاشتراك فى البحث مع متخصص فى الثلاثيات الفصية هو إيوان كلاركسون - بجامعة ادنبرة توصل ليفى - ستّى إلى بعض الملاحظات المدهشة . ففى بعض عينات الحفريات التى بقيت محفوظة فى حالة جيدة كان لكل عنصر من عين ثلاثية الفصوص عدستان إحداهما فوق الأخرى . وعند النظر للعين من أعلى نجد أن السطح البينى ما بين العدستين فيه انخفاض مركزى له حافة مستديرة .

ونموذج العدستين فى أعين الثلاثيات الفصية نجده أمرا شائعا فى تصميم بصرى حديث يسمى بالزوجى Doublet . ولكن شكل العدسة العليا منها لا يشبه أى شكل مما يستخدم الآن سواء فى الطبيعة أو فى النظم البصرية التى يصنعها الإنسان . إلا أن ليڤى - ستّى قد أمكنه بما له من مران وخبرة فى البصريات أن يتبين أن شكل العدسة العليا فى عين الثلاثيات الفصية فيه مماثلة لتصميمات تم نشرها فى القرن السابع عشر بواسطة هايجنز وديكارت ، كل منهما مستقل عن الآخر . وقد أُبتكر هذا الشكل من العدسات للإقلال لأدنى حد من الانحراف الكروى للضوء . ومن الواضح أن تصميما هايجنز وديكارت لم يستخدما قط ، ذلك أنه كان هناك عدسات أخرى متاحة تؤدى نفس الغرض .

والعدسة السفلى هى فكرة الثلاثيات الفصية . وقد تمكن ليفى - ستّى من أن يظهر أن النظام الزوجى ضرورى لتحاشى الانحراف الضوئى الكروى تحت الماء - وهذا أمر لم يكن ليشغل بال مصممى القرن السابع عشر .

والنقطة المهمة عندى هنا ، هى أنه حتى فى ذلك الوقت المبكر فى دهر الحياة الظاهرة طورت الكائنات الحية أجهزة ذات تعقد كبير - والأجهزة فى هذه الحالة هى بلغة البشر مما يتطلب مهندسا بصريا راقى التدريب وواسع الخيال . هل كانت أعين الثلاثيات الفصية أفضل فى عملها من أعين السرطانات الحديثة أو الجمبرى ؟ ليس فى استطاعتنا أن نجيب عن هذا ، لأننا لا نستطيع رصد ثلاثيات فصية حية . ويمكننا فحسب أن نقول أنه لا يوجد برهان على أن أعين السرطان الحديث هى الأفضل .

الحواجز الاستوائية :

تحف بالمحيطات الاستوائية الآن حواجز مرجانية جميلة ضخمة ، كل منها بمثابة مجتمع كثير التعقد والتنوع من النباتات والحيوانات . وإذ تعلو الحواجز قريبا من سطح الماء صامدة لمعظم حركات الأمواج ، فإنها كثيرا ما تخلق بحيرات فى حمايتها تعيش عليها مجتمعات أخرى ذات تنوع . والإطار المتين لمعظم الحواجز الحديثة يتم إنشاؤه من الهياكل العظمية لمستعمرات الحيوانات المرجانية من رتبة السكليراكتينيات Scleractinians * والكثير مما يوجد الآن من التنوع البيولوچى البحرى مرتبط بالحواجز الاستوائية .

* رتبة من مرجانيات فائقة الصلابة . (المترجم)

وهذه الحواجز فى أغلبها مقصورة على المحيطات الاستوائية . ويرجع هذا فى جزء منه إلى المناخ (الحرارة) ويرجع فى جزء آخر إلى ما لأشعة الشمس من زاوية عالية عند خطوط العرض المنخفضة – ذلك أن المرجان يعيش معتمداً على تمثيل ضوئى عنيف تقوم به الطحالب التى تتكافل معه فى المعيشة . وقد حدث خلال ما مضى من عشرات قليلة من ملايين السنين أن الحواجز المرجانية كانت تتراوح مقتربة أو مبتعدة عن خط الاستواء حسب تغير الظروف .

أما فى الماضى الجيولوچى الأعمق ، فإن المحيطات الاستوائية كان لها أحيانا حواجز جيدة فى تناميها ، وأحيانا كان لا ينشأ لها أى حواجز . وشكل ٢ – ٢ يلخص هذا التاريخ ، فيبين الأوقات التى كانت تنمو فيها الحواجز جيدا (مثل ما هى عليه الآن) وهى فى تبادل مع فترات لا وجود فيها للحواجز ، ومع فترات طويلة نسبيا من حواجز بدائية . وما نعنيه بكلمة « بدائى » أن الحواجز كانت تقتصر على مواقع معدودة محددة وينقصها الإطار المتين .

وهذا التبادل بين منظومات حياة بحواجز ، ومنظومات حياة بدون حواجز ، يعتمد فى جزء منه على تغيرات الجغرافيا والمناخ : ذلك أن القارات تتحرك وأنماط الطقس تتغير . على أن أهم سبب لوجود أو غياب الحواجز هو سبب بيولوچى : وهو مدى ما يتاح من الكائنات الحية التى تبنى الإطار . وفى شكل ٢ –٢ نجد أن كل الفترات الزمنية التى لا توجد فيها الحواجز كانت تحدث مباشرة عقب الانقراضات الجماعية الكبرى . ومن الواضح أن الانقراضات الجماعية كانت تمحو الأنواع الحاجزية ذات الوجود الحرج ، وفيما عدا أحدث إبادة وقعت (فى نهاية العصر الطباشيرى) فإن

شكل ٢ – ٢ ملخص لما حدث من حواجز استوائية خلال الزمان .
لاحظ أن الحواجز كاملة النمـو كانت موجـودة لأقل من نصف الوقت . والفترات التى تغيب فيها الحواجـز عن الوجـود غيابا كاملا نجـد أنها على نحـو دائم تتبع الانقراضات الجماعية (معدل عن كوبر ، ١٩٨٨) .

إعادة إنشاء مجتمعات الحواجز استلزمت ملايين من الأعوام ، وفى كل مرة تنشأ فيها الحواجز ثانية ، نجد أن تركيب أنواعها يختلف عن مجتمعات ما قبل الانقراض .

والحواجز المرجانية الحالية من السكليراكتينيات تعد نسبيا ذات نشأة تطورية جديدة : فهى لا تظهر فى سجل الحفريات حتى منتصف العصر الثلاثى ، حوالى ٢٤٠ ما ق زح ، على أن هناك حواجز لها أساسا نفس التكوين والايكلولوچيا موجودة فى زمن يرتد وراء إلى ما يناهز بداية دهر الحياة الظاهرة . وقد نشأت تلك الحواجز بواسطة كائنات حية مختلفة ذات تنوع مذهل .

فالكثير من الحواجز المبكرة كانت تستخدم الطحالب الجيرية بمثابة كائنات الإطار الرئيسى . وفيما بعد استخدمت الاسفنجيات ، ثم استخدم عدد من المجموعات المرجانية التى انقرضت الآن وتختلف تشريحيا عن الحواجز المرجانية الحديثة . بل إن نوعا من البطلينوس يسمى الروديستيات Rudisr * قد بنى حواجزا كانت ظاهرة على وجه الخصوص فى البحار الطباشيرية ، ولكنها بادت بالكامل ، عند الانقراض الجماعى الذى ختم العصر الطباشيرى (أو قبله بزمن قصير) . وحيوانات الرودست كانت من البطلينوسات غير المعتادة ، وكثيرا ما يخلط الدارسون بينها وبين المرجانيات لأن حيوانات الرودست كانت تتخذ بعض ملامح من مورفولوچيا المرجانيات .

وتاريخ الحواجز الاستوائية نموذج نمطى لتاريخ المنظومات الايكولوچية عموما . فهى كلها تبدو تقريبا بلا هدف - سلسلة من التحولات المفاجئة من أحد المنظومات للأخرى ، تغيرات كثيرا ما تكون مدفوعة بتفشى الانقراض فى الأعضاء المهمين .

---

* نوع من الرخويات المنقرضة صدفتها ذات مصراعين . (المترجم)

الزواحف الطائرة :

كم كان الأمر يبدو رائعا لو أننا رأينا زواحف يبلغ اتساع جناحها مدى من خمسين قدما ، وهى تعلو محلقة فوق الخطوط الحديثة الساحلية ! والطيران مثله مثل البصر قد نشأ مرات كثيرة . وهو مثل البصر أحيانا يتصف بالرقى ، كما فى الزواحف الطائرة ، وأحيانا يكون بسيطا أبلغ البساطة ، كما فى المحاولات شبه البدائية التى تحدث الآن عند السنجاب الطائر أو السمك الطائر .

والزواحف الطائرة التى تعرف فى مجموعها باسم التيروسورات قد عاشت منذ ما يقرب من ٢٠٠ ما ق زح حتى نهاية العصر الطباشيرى عند ٦٥ ما ق زح . وعملاقها « التيرانودون » كان أكبر إلى حد له اعتباره من أى طائر يعيش فى يومنا وأكبر من الكثير من الطائرات . وأجنحته التى لا ريش لها كانت تتكون من ثنايا كبيرة أو امتدادات من الجلد تتدلى من عظام الأصابع التى استطالت استطالة عظيمة ، ويتدلى جناح من كل يد بما يكاد يشبه الخفاش .

وبعض التيروسورات الأكبر حجما كانت فيما يُحتمل تعتمد غالبا على التحويم (الانزلاق على التيارات الهوائية) ، إلا أنها كانت لها القدرة على الانطلاق من أسطح مستوية والقدرة على الطيران المدفوع بقوتها . وقد تم إجراء أبحاث موسعة نظرية وعملية على نماذج من التيروسورات ، بما فى ذلك تجارب أنفاق الريح ، وأوضحت النتائج أن التيروسورات يمكن أن تطير بكفاءة . ولكننا ليس لدينا الوسيلة لنعرف بالضبط مدى كفاءتها . وكانت هذه الحيوانات الماردة تتعايش مع الطيور

معظم وقت بقائها على الأرض . ولكننا لا نعرف أيضاً مدى كفاءة الطيور فى الطيران آنذاك .

والزواحف الطائرة لم تترك خلفا وراءها . وهى فحسب مجرد مجموعة أخرى ناجحة ظهرت وازدهرت لزمن ثم اختفت . وحتى لا أترك انطباعا بأن فترة التيروسورات كانت قصيرة الزمن فإن علينا أن نلاحظ أن زمان وجودها على الأرض ما زال يزيد ثلاثين مرة عن زمان وجودنا نحن حتى الآن .

التطور البشرى

البشر هم الوافدون المتأخرون فى التطور ، وتاريخهم يصعب دراسته لأن سجلهم الحفرى سيء بدرجة لا تُصدَّق ، ومعظم أسلافنا كانوا يشغلون مناطق مرتفعة حيث يندر الحفاظ على الحفريات . كذلك ، فإن التاريخ البشرى قصير والعشائر كانت صغيرة . ويبدو أن الانقراضات لم تلعب دورا رئيسيا عند أسلافنا ، على أن سجل الحفريات المؤلف من مجرد شظايا ربما يخفى من داخله الكثير من المعلومات .

إلا أنه ينبغى إيضاح إحدى النقاط المهمة ، بشأن تطور البشر فى سياق تاريخ الحياة . فنحن عموما نفكر فى صفة الذكاء البشرى على أنها أهم جانب فى نوعنا ، وربما كان هذا حقيقيا . على أن الذكاء الراقى كان يمكن أن ينشأ فى أى وقت تقريبا من دهر الحياة الظاهرة ، وفى أى مجموعة بيولوجية تقريبا فى الزواحف والسمك والحشرات بل حتى فى الثلاثيات الفصية . واقتراح أن الحشرات يمكن أن ينشأ لديها ذكاء مثل ذكائنا قد يبدو اقتراحا متطرفا بعض الشيء ، فهى على كلٍّ

ذات أمخاخ صغيرة ومن الواضح أنها غبية . ولكنى لا أعرف سببا عصبيا أو أى سبب آخر يمنع إمكان نشأة الذكاء فى الحشرات ، مصحوبا بالتغيرات التشريحية والجنينية التى تلزم لملاءمة ذلك . وبنفس المنطق ، فربما لم تكن هناك أى حاجة لنشأة الذكاء .

إن هذه التأملات تصبح لها أهميتها عندما ننظر إلى احتمال وجود ذكاء مماثل للذكاء البشرى عند الكائنات التى من خارج الأرض ، إن كان لهذه الكائنات وجود . وثمة مشروعات بحث تجرى الآن وتأخذ هذه المسألة مأخذا جديا ، كما فى برنامج ناسا للبحث عن ذكاء المخلوقات اللا أرضية . ومن الآراء الشائعة أن أى منظومة بيولوچية متطورة ، ينبغى أن نتوقع لها أن تمر من خلال الكثير من نفس التعاقبات للمراحل التطورية – بحيث تؤدى إلى الذكاء وإلى الحضارة التكنولوچية ، وإلى اختراع الاتصال بالراديو . ورغم أن أنصار هذا الرأى لا يصرون على أن يكون للكائنات اللا أرضية مظهر مشابه للإنسان ، إلا أنهم يتوقعون أن يكون سلوك وذكاء هذه الكائنات مشابها لنا . وهذا الرأى لا يحبذه علماء الباليونتولوچيا والبيولوچيا لأن سجل دهر الحياة الظاهرة لا يظهر أى دليل على مثل هذه القدرة التنبؤية أو على مثل هذا التماسك . وفى حين أنى أوافق على هذا الاعتراض ، إلا أنى أظل مؤيدا متحمسا لجهود برنامج البحث عن ذكاء الكائنات اللاأرضية . فنحن ما لم نكتشف منظومات بيولوچية فى أماكن أخرى من الفضاء ، لن تكون لدينا حقا الوسائل لمعرفة ما إذا كانت منظومتنا البيولوچية الخاصة بنا لها أنماط يمكن التنبؤ بها ولم نتبينها بعد .

الحفريات الحية

كلنا قد سمعنا عن الأنواع التى ظلت حية بلا تغيير لملايين من السنين . والأمثلة الشائعة لذلك تتضمن الصراصير ، وسرطان حدوة الحصان ، والقرش ، وسمكة السيليكانث ، وشجرة الچنكة * ، ونبات ذنب الخيل * . والفرض المعتاد يقول أن هذه أنواع قد فازت فى الصراع التطورى ، حيث إنها وجدت البيئات المثالية الملائمة لها وأصبح لديها بالتالى مناعة ضد الانقراض . ويفترض فيها أيضا أنها قد ظلت باقية لأنها أنماط تعميمية يمكن أن تعيش تحت الظروف القاسية وأن تظل حية على أى طعام تقريبا . ولعل سمك القرش مثال خالص للحفرية الحية . والقروش ليست جد ذكية ولكنها قوية ، ويصعب قتلها ، ولها قدرة على أكل أى شىء ميت أو حى . والقروش أيضا لها مظهر بدائى واضح .

على أنى أخشى أن يكون كل ماكتبته تقريبا فى الفقرة السابقة مجرد هراء !

فأول كل شىء لا يحدث فى أى من هذه الأمثلة أن يكون النوع الحى مماثلا للنوع الحفرى . ويوجد الآن مئات من أنواع القروش الحية تختلف بمثل اختلاف سمكة القرش الحاضنة * عن ذات الرأس المطرقة ، وكلها تتميز تشريحيا عن القروش السلف . وحفريات سرطان حدوة الحصان التى تنتمى للعصر الجوراوى تبدو وهى تشبه كثيرا نظيراتها الحية ، ولكن هذا يعد إلى حد كبير انطباعا ذاتيا ينشأ عن حقيقة أن

---

* الچنكة شجر صينى ذو ورق مروحى وثمار صفراء . (المترجم)

* نبات لا زهرى . (المترجم)

* نوع من القرش يفقس بيضه داخل جسم أنثاه وليس فى الماء . (المترجم)

سرطانات حدوة الحصان تختلف فى الماضى والحاضر اختلافا بالغا عن السرطانات الأخرى الشائعة . وعند النظر فى الأمر تفصيليا ، نجد أن الأنواع الجوراوية لايختلط أمرها مع تلك التى تعيش الآن .

لقد مر تاريخ الحياة حقا بمدى واسع من التباين من حيث سرعة وكمية التغير التطورى . ومعظم الأنواع التى نستشهد بها كحفريات حية ، مثل سمكة السيلاكانث ربما تكون عند الطرف البطىء من هذه المعدلات ، ولكن ليس من دليل على أن هذا يشكل نوعا متميزا من التطور . والأهم من ذلك ، أنه ليس من دليل على أن هناك قط كائنات حية قد طورت لنفسها مناعة ضد الانقراض .

أكدت فى هذا الفصل على نفى وجود القدرة على التنبؤ بشأن تعاقب الأحداث التطورية التى تشكل تاريخ الحياة . وليس فى سجل الحفريات أى نقطة يمكن عندها أن ننظر إلى حدث معين ونقول ، « إنه بالطبع يجب أن يحدث على هذا النحو » . ولو لم تنشأ الزواحف الطائرة ، فإنه ما من عالم تشريح أو فيزيولوچيا كان سيتساءل عن غيابها . ولنفس السبب ، فإننا لا نعرف إذا كان قد تم استنفاد كل الخطط البيولوچية الممكنة بالنسبة لجسد الكائنات الحية أو لطرائق حياتها . ولو أمكننا تخيل كل التصميمات الممكنة للكائنات الحية ، فإننا لا نستطيع (حتى الآن) أن نقول ما إذا كانت قد تمت تجربة أغلب التصميمات أو أن ما جُرب هو فحسب نسبة صغيرة . ولا يوجد عمليا كائنات حية تستخدم العجلات أو الأشرعة التى تدفعها الرياح للحركة (وإن كان هذا يعتمد إلى حد ما على الطريقة التى نعرّف بها العجلات والأشرعة) . فهل العجلات والأشرعة غير عملية أو يستحيل أن توجد فى الكائن الحى ، أم لعلها قد يكون

وجودها فى الإمكان ولكن التطور لم يكتشفها بعد ؟ إن هذا المستوى من عدم اليقين فى البيولوجيا التطورية يثير إحباط العلماء فى الفروع العلمية الأخرى ممن تعودوا على وجود تماسك أعظم وقدرة أعظم على التنبؤ .

ومع إصرارى على أنه من غير الممكن التنبؤ بسياق التطور عبر بلايين السنوات الأخيرة أى البلايين الثلاثة ونصف البليون من السنين ، إلا أنه يجب على أن أضيف تحذيرا آخر لمنع اللبس . ذلك أن مظهر عدم وجود نظام قد يكون فحسب أمرا يعكس جهلنا : فلعل هناك أنماطا واضحة فى التطور لم نكتشفها نحن بعد رغم أن المعطيات موجودة أمامنا . كذلك لو حدث قط أننا اكتشفنا حياة فى الفضاء الخارجى ، فإن هذا سيمكننا فى النهاية من أن نقرر أى خصائص الحياة على الأرض هى « الطبيعية » أو المحتومة ، إن كان لمثل هذه الخصائص وجود حقا .

مراجع ومصادر لمزيد من القراءة

SOURCES AND FURTHER READING

Clarkson, E. N. K., and R. Levi-Setti, 1975. Trilobite eyes and the optics of Descartes and Huygens. Nature 254:663-67. Source for discussion of trilobite optics.

Cloud, P. E. 1988. Oasis in space : Earth history from the beginning. New York : W. W. Norton, Well written for a general audience; emphasizes the early earth and the Precambrian record.

Copper, P. 1988. Ecological succession in Phanerozoic reef ecosystems: Is it real? Palaios 3:136-52. Research article used as the basis for Figure 2-2.

Gould, Stephen Jay. 1989. Wonderful life. New York: W. W. Norton. Penetrating analysis of the Burgess Shale Fossils and the meaning of extinction in evolution.

Harland, W. B., et al. 1990. A geologic time scale 1989. Cambridge: Cambridge University Press. Standard for the estimates of geologic time used in this book.

Margulis, L. 1988. The ancient microcosm of planet earth. In Origins and extinctions, ed. D. E. Osterbrock and P. H. Raven. New Haven: Yale University Oress, 83-107. Excellent summary of Precambrian Life.

Nitecki, M. H., ed. 1988. Evolutionary Progress. Chicago : University of Chicago Press. A collection of essays on the science and philosophy of defining progress in the evolution of life.

Padian, K. 1988. The flight of pterosaurs. Natural History, December, 58-65.

Raup, D. M., and S. M. Stanley. 1978. Principles of paleontology. 2d ed. San Francisco: W. H. Freeman college text. Raup, D. M. and J. W. Valentine. 1983. Multiple origins of life. Proceedings of the National Academy of Sciences 80:2981-84. Research article exploring the possibility that life originated more than once.

Schopf, J. W., ed. 1983. Earth's earliest biospere: Its origin and evolution. Princeton : Prineton University Press. Detailed and comprehensive collection of articles on Precambrian environments and early life.

Schopf, J. W., and C. Klein, eds. 1991. The proterozoic biosphere. Cambridge: Cambridge University Press. Forthcoming. An even more comprehensive treatment of Precambrian life.

Stanley, S. M. 1973. An ecological theory for the sudden origin of multicellular life in the late Precambrian. Proceedings of the National Academy of Sciences 70:1486-89. Research article outlining the case for cropping ad the cause of the Cambrian Explosion.

Stanley, S. M. 1989. Earth and life through time. 2d ed. New York: W. H. Freeman. A college text.

الفصل الثالث

إفــلاس المقامــر
ومسـائل أخـرى

لعب القمار

هب أنك لاعب قمار فى كازينو ومحظوظ بما يكفى لأن تجد لعبة للزوجى / الفردى – حيث أنت والكازينو عند كل منكما فرصة من خمسين فى المائة للكسب فى كل دور من أدوار اللعب . وقد تكون هذه طاولة عجلة روليت ليس عليها أصفار (أرقام خضراء) ، إن كان ثمة وجود لطاولة كهذه . وأنت تلعب على هذه العجلة على الأحمر أو الأسود فقط ، واللونان موجودان بنسبة متساوية . هب أنك دخلت المباراة ومعك عشرة دولارات وراهنت بواحد منها على الأحمر . إذا توقفت العجلة عند الأحمر فإنك تكسب دولارا واحدا ويصبح لديك عندها أحد عشر دولارا ، وإذا توقفت العجلة عند الأسود فسوف تخسر دولارا ويصبح معك تسعة . وإذا واصلت اللعب بهذه الطريقة ، فإن رصيدك سيتراوح فى خطوات من دولار واحد حتى يحدث فى النهاية أمر من ثلاثة : (١) أن تفلس أو (٢) الكازينو يفلس (أو يطلب منك الرحيل لأنك تكسب أكثر مما ينبغى) ، أو (٣) أن ينفد وقتك أو أن تقرر الرحيل .

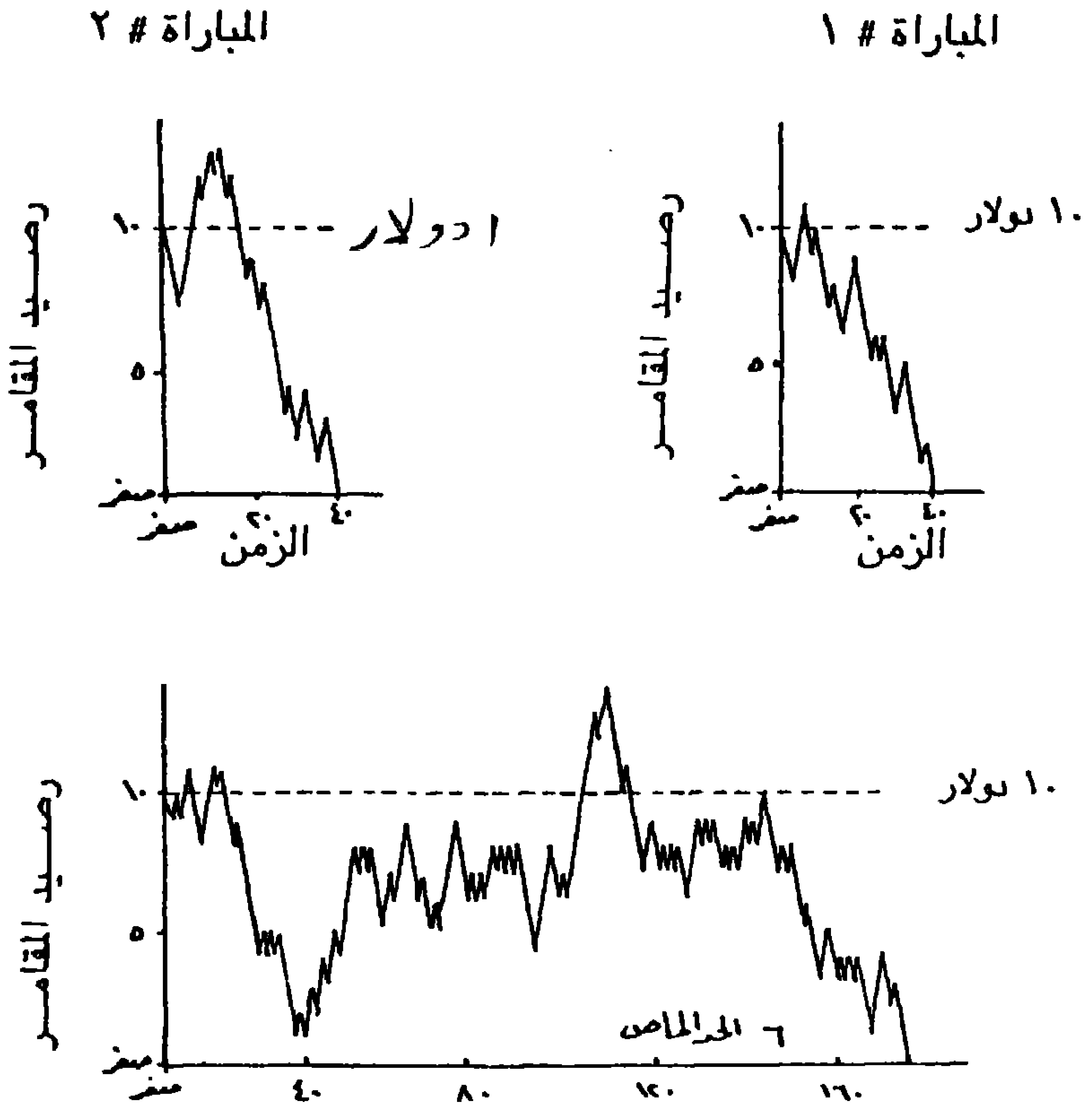
ويبين شكل ٣-١ احتمالات عديدة من نتائج سيناريو الكازينو . ورغم أنه تم محاكاة ذلك باستخدام مولد عشوائى للأرقام على كمبيوتر منزلى ، إلا أنه يمكن بنفس السهولة

أيضا أن يتم تكوين ذلك الوضع يدويا ، بأن نلفف عملة لتسقط على أحد وجهيها أو بأن نسحب الورق عشوائيا من مجموعة أوراق كوتشينه ، مستخدمين اللونين الأحمر والأسود . وفى كل حالة من هذه ، فإن مقامرنا يفلس فى النهاية ، وإن كان يحدث فى حالة واحدة (المباراة # ٣) أنه (أو أنها) يظل يكسب جيدا لفترة ما فحسب .

ومشكلة إفلاس المقامر التى وصفناها فى التو فى أبسط أشكالها ،مشكلة ظل علماء الإحصاء يستخدمونها طيلة السنين كنموذج لأنواع الاحتمالات . ومن المحتم أنه حدث أن نشأت لغة متخصصة حول « إفلاس المقامر » . وكمثل فإن المسارات التى اتبعتها ثروة المقامر فى شكل ٣ - ١ تسمى « المماشى العشوائية » . وما إن يبدأ الممشى العشوائى فإننا نجد أنه لن تكون فيه أى نزعة للعودة إلى مستوى من المستويات التى كان يشغلها من قبل . وإذا بدأ المقامر بعشرة دولارات ، فإنه ما من قوة تدفع المسار إلى البقاء على مقربة من العشرة أو إلى العودة إلى العشرة . فالنظام ليس له ذاكرة . وكل مقامر بارع يعرف بالطبع هذا الأمر : إن خيطا طويلا من الأدوار الفاشلة لا يغير من احتمالات المستقبل .

وخط القاعدة الأفقى لكل رسم بيانى فى شكل ٣ - ١ يدل على رصيد الصفر - المستوى الذى يكون المقامر عنده قد فقد رصيده الأصلى وأفلس . ويسمى هذا بأنه « الحد الماص » ، ذلك لأنه عندما يصل المسار إلى هذا المستوى ، لا يكون هناك عودة منه ، فقد انتهت المباراة . ويمكننا أن نغير هذه الحالة بأن نشترط أنك عندما تفلس ، يعطيك الكازينو دولارا واحدا لتستمر فى اللعب . وفى هذه الحالة فإن قاع الرسم البيانى يصبح « حد الانعكاس » - لأنك تثب ثانية لأعلى بخطوة واحدة على الأقل . ولست أعرف أى كازينو يفعل ذلك ، إلا إذا قدمت له ضمانا .

إفلاس المقامر



الزمن (عدد مرات اللعب) .

شكل ٣ - ١ محاكاة نتائج المقامرة فى مباراة على الزوجى - الفردى (فرصة من خمسين بالمائة لأن يكسب اللاعب فى كل مرة يلعب فيها) . الرصيد الأصلى مع المقامر هو ١٠ دولارات ، وكل رهان قيمته دولار واحد . وبالتالى ، فإن رصيد المقامر يتراوح لأعلى ولأسفل عشوائيا فى خطوات من دولار واحد . ويحدث إفلاس المقامر عند الوصول إلى الحد الماص أى الصفر . وكل مباراة هى بمثابة مصير جنس يبدأ بعشرة أنواع . وعدد الأنواع يزداد عندما يتفرع النوع ليشكل نوعا آخر ، ويهبط عدد الأنواع عندما ينقرض واحد منها .

وفى مباراة # ٢ شكل ٣ - ١ انخفض رصيد المقامر من ١٠ إلى ١ مبكرا فى اللعب ، ثم ارتفع إلى ١٤ ، وفى النهاية انخفض إلى الصفر (الحد الماص) . هب أن المقامر قد بدأ بتسعة دولارات بدلا من عشرة وأن المباراة فيما عدا ذلك متماثلة . سيتم الوصول إلى الصفر عند ذلك الهبوط الأول ، ولن يحدث قط للمقامر أن يستمتع بما تلى من نجاحه - وبفرصة أن يرحل ومعه مكسب صغير . وهذا يؤكد على أهمية حجم الرصيد الأصلى : فكلما زاد هذا الرصيد ، أصبح أكثر بعدا عن الحد الماص وزاد احتمال أن يبقى المقامر فى المباراة زمنا طويلا .

ومن الوجهة النظرية ، فإن الكازينوهات يمكنها أن تربح من تقديمها لمباراة الزوجى - الفردى ، طالما أنها تضع قيودا على المبالغ التى يراهن بها اللاعبون . وسبب ذلك أن المقامر النمطى يدخل إلى الكازينو ومعه قدر من المال يقترب من الصفر أكثر جدا مما يقترب من أصول الكازينو . والحد « الأعلى » فى مشكلة إفلاس المقامر هو أيضاً حد ماص (إفلاس الكازينو) ، ولكن هذا الحد عموما جد مرتفع بحيث إنه لا علاقة له بالزبون الفردى ، ولكن دعنا ننظر فى أمر رجل مالى كبير يدخل كازينو لعبة الزوجى - الفردى وهو صاحب أصول تساوى بالضبط نصف أصول الكازينو . فإذا لعب هذا المقامر زمنا كافيا أو سمح له بأن يقامر بمبالغ كبيرة بما يكفى ، ستكون ثمة فرصة من خمسين بالمائة لأن يتسبب فى إفلاس الكازينو .

وفى سياق الانقراض ، يمكننا أن نعتبر أن رصيد المقامر هو عدد الأنواع التى فى مجموعة تطورية . وفى مثالنا حيث الرصيد الأصلى قدره عشرة ، فإنه يمكن أن يكون ذلك أحد الأجناس ولديه عشرة أنواع تعيش فى لحظة ما من الماضى الجيولوجى .

وسوف نستخدم تدريجا للزمان بملايين السنين بدلا من التدريج الزمنى للمقامر . ولكل فترة من مليون سنة يكون لكل نوع فرصة من خمسين فى المائة لأن يظل باقيا لبداية فترة المليون سنة التالية ، وإذا ظل باقيا ، فسيكون له فرصة من خمسين فى المائة للتنوا ع لينتج نوعا إضافيا . ما هى التنبؤات التى يمكننا التنبؤ بها بالنسبة لمصير هذا الجنس ؟

ثمة تنبؤات عديدة شيقة فى الإمكان . وكمثل فإن « عدد الأنوا ع (التنوع) سيتراوح لأعلى ولأسفل كما فى أحد الماشى العشوائية » . وانقراض نوع سيقلل من التنوع ، والتنوا ع يزيد التنوع . وطالما كانت فرصة الانقراض مماثلة لفرصة التنوع (خمسين لخمسين فى المائة) ، فإنه سينتج عن ذلك ممشى عشوائيا .

وفوق ذلك فإن « انقراض الجنس فى النهاية أمر محتوم » . وهذا إلى حد ما يعد أمرا ضد البداهة ، ولكنه يترتب على وجود حد واحد ماص عند مستوى الصفر للنوع . وكما سبق أن رأينا ، فإن المشى العشوائى له حرية أن يجول لأعلى وأسفل بلا حدود . وإذا لم يوجد حد « أعلى » ماص ، فإن المشى العشوائى لابد وأن يصل فى النهاية إلى الحد « الأدنى » .

ويمكننا بالطبع أن نحدد حدا ماصا أعلى ، يماثل الأصول الكلية للكازينو ، وفى سياق البيولوچيا الكوكبية سيكون الحد الماص الأعلى هو كل مجالات الكائنات الحية فى العالم . والمجموعة التطورية التى من أحد الأجناس مثلا ، يمكنها أن « تفلس البنك » بأن تقوم بعملية تنوا ع لمرات كثيرة جداً بحيث لا يمكن لأى جنس آخر أن يبقى موجودا . وستكون كل الأنوا ع فى العالم منتمية إلى نفس الجنس . وهذا أمر غير محتمل ، تماما

مثلما يكون من غير المحتمل أن يصل مقامر عادى إلى كسب الكازينو كله . وبالتالى فإن انقراض الجنس نهائيا يكون من كل الوجهات العملية أمرا مؤكدا .

مفاهيم العشوائية :

ما معنى العشوائية فى العالم الطبيعى ؟ إن تلفيف عملة لتستقر على أحد وجهيها يقال عنه أنه أمر عشوائى . وبالنسبة لمعظم الناس ، فإن هذا يعنى أن النتيجة تكون أمرا من خالص الصدفة – أى بلا سبب . ولكن تلفيف العملة محكوم بلا شك بالسبب والنتيجة . وسواء استقرت العملة ليكون الوجه ذى الصورة أو الوجه ذى الكتابة لأعلى ، فإن هذا أمر يعتمد على عوامل فيزيقية عددها لا يكاد يحصى ، بما فى ذلك الوجه الذى يتجه لأعلى عند البداية ، وقوة تلفيف العملة – وبالتالى عدد المرات التى تلف بها العملة فى الهواء . والأمر كما يجب يتعلق أيضاً بحالة تيارات الهواء (بما فى ذلك الرياح) وربما أيضاً بالضغط الجوى ، دع عنك حالة العملة ذاتها . (وبالمناسبة فإن هناك حالة مشابهة نوعا هى تلفيف حدوة الحصان . وهنا فإن المهرة من اللاعبين يصحبون خبراء فى التحكم فى عدد دورات الحدوة فى الهواء) . وتلفيف العملة أمر جد معقد بحيث أننا « لا نستطيع » أو « لا نختار » أن نتابع كل العوامل التى تؤثر فيه .

وبدلا من ذلك فإننا نختار أن نفترض أن كل الأسباب المركبة سوف تتآلف معا لتجعل العملة تتصرف « كما لو كانت » العملية عشوائية . ونحن إذ نختار ذلك ، فإنه يمكننا تجاهل كل تيارات الريح والتفاصيل الأخرى لنتخذ الفرض الإحصائى بأن احتمال ظهور وجه الصورة أو الكتابة هو احتمال متساو . وهذا بدوره يتيح لنا ترسانة من العمليات الرياضية من أجل التعامل مع الأحداث العشوائية ، بما يمكننا من أن

نجيب عن أسئلة من مثل ، إلى أى مدى ينبغى أن نتوقع ظهور وجه الكتابة لأعلى عشرين مرة متتابعة ؟ أن إفتراض العشوائية هو حيلة بارعة . فعندما نختار أن نتجاهل السبب والنتيجة وكل ما يلازم ذلك من تعقد ، سيصبح لدينا ظاهرة طيّعة يمكن أن نتنبأ بشأنها تنبؤات شيقة ومفيدة .

ويتفق الآن معظم العلماء والفلاسفة على أنه لا يوجد حقا أى شىء عشوائى فى العالم الطبيعى ، فتحركات الجزيئات فى غاز ما ، وتقدم إحدى المثلجات * ، وتكوّن إعصار ، ووقوع زلزال ، وانتشار وباء ، كلها أمور لها أسبابها . وفى بعض الحالات يكون استقصاء هذه الأسباب أمرا ممكنا ويستحق أن نقوم به . ويصدق هذا بلا شك على الزلازل والأمراض . ولكن هناك حالات أخرى لا يمكننا فيها أن نعرف ، أو أننا نختار ألا نعرف ، كل ما علينا أن نعرفه . وكمثل ، فإننا عندما نفترض العشوائية فى حركة الجزيئات بأحد الغازات ، يمكننا أن نستقى من ذلك قوانين الغازات (قانون بويل وأمثاله) ، وهى قوانين ذات حسم فيما لا يحصى من التطبيقات الهندسية .

ولعل أحسن تعريف فعال للعشوائية فى المنظومات الطبيعية هو التالى : الأحداث العشوائية أحداث لا يمكن التنبؤ بها إلا بلغة من الاحتمالات » . والتنبؤ باحتمال ٧٠٪ لسقوط المطر هو قضية فى الصميم من هذا الموضوع .

وبتطبيق طريقة تناول (إفلاس المقامر) على الانقراض ، فإننا عندها نتعامل مع نفس النوع من الاحتمالات . فنحن نفترض أن ثمة عددا ما من الأسباب ، هو فيما يحتمل عدد كبير ، يؤدى إلى أن ينقرض أحد الأنواع . ونحن نرصد أنماط الانقراض

* المثلجة تجمع جليدى عظيم غير ثابت قد يتحرك فى مجار تشبه الأنهار . (المترجم)

فى سجل الحفريات ، وهذه الأنماط هى إلى حد ما مما لا يمكن تمييزه عن تلك الأنماط التى يمكن أن تكون ناجمة عن عملية عشوائية صرف . وملاحظة مصير أحد الأنواع أمر يعادل القول بأنه إذا لم تصبك تلك الكارثة أو الملمة ، فسوف تصيبك أخرى . ونحن بمجرد أن نفترض عشوائية السلوك ، يصبح لدينا الحرية لأن نتعامل بالأنماط . وهذا النوع من التناول يجعل فى إمكاننا التوصل إلى تعميمات لا يمكن الوصول إليها بالتناول الأكثر تقليدية الذى يتعامل مع الحالات واحدة بعد الأخرى .

المقامرة للبقاء :

التاريخ التطورى لأحد الأجناس أو لأى مجموعة أخرى من الأنواع ذات القرابة ، فيه قدر معين من العشوائية بالمعنى الذى عرّفناه فى التو . وثمة مركب من عوامل فيزيائية وبيولوچية يحدد مدى طول بقاء كل نوع فى أحد الأجناس ويحدد ما إذا كان النوع سوف يتفرع ليشكل نوعا جديدا . وانقراض النوع يضعف من مستقبل الجنس ، بينما التنوع يحميه . وقد قيل أن الأجناس لا تصارع من أجل البقاء ، وإنما هى تقامر .

فالجنس (أو أى مجموعة أخرى) قد يزدهر لزمن له اعتباره بالحظ الحسن وحده ، تماما مثلما قد يحدث للمقامر أن يصل إلى بعض نجاحات درامية . وفوق ذلك فإنه إذا حدث مسار من حظ حسن نتج عنه الكثير من الأنواع - بما يكافىء سلسلة من المكاسب فى الكازينو - فإن احتمال أن ينقرض الجنس فى ملايين السنين المعدودة القادمة يصبح احتمالا أقل . وبالتالى فإن وجود عدد كبير من الأنواع ، يوفر للمجموعة حماية مؤقتة من الانقراض .

ويوجد في يومنا هذا أنواع من القوارض (حوالى ١٧٠٠ نوع) أكثر مما في أى رتبة أخرى من الثدييات الحية . ويلى ذلك في التنوع الخفافيش ، فأنواعها تصل إلى حوالى تسعمائة نوع ثابت . وبالتالى ، فإن ثلثي كل أنواع الثدييات الحية هما قوارض أو خفافيش . هل يمكن أن يكون هذا محض حظ ؟ هل تمتعت هاتان المجموعتان بمسار من التنواع أو بطريق محظوظ لتحاشي الانقراض مبكرا في تاريخهما ؟ أم أن الأمر ببساطة هو أنهما تجيدان البقاء و / أو التنواع كنتيجة لبعض سبب بيولوچي محدد ؟

وإحدى المشكلات في اتخاذ قرار بين هذين البديلين هي أن العمليات العشوائية لها مدى واسع من النتائج ، والوضع في هذا المدى هو مما لا يمكن إلى حد كبير التنبؤ به . والسؤال بالنسبة للقوارض أو الخفافيش هو كما يلي : هل التاريخ التطورى للمجموعة يقع في نطاق الحدود المتوقعة لمباراة الزوجي - الفردى ؟ أو أن فائض التنوعات يكون بحيث يتجاوز التوقع الإحصائى المعقول ؟ وإذا كانت الحالة الأخيرة هي التي تصدق ، فإن القوارض والخفافيش لابد من أنها تفعل شيئا ما هو الصواب . ويعتقد ويل كوبى في مؤلفه « كيف تصبح منقرضا » أنه يعرف الإجابة عن ذلك . فيكتب قائلا « الخفافيش سوف يصيبها الانقراض أيضا ، وكل واحد يعرف ذلك إلا الخفافيش نفسها » .

اختلاف معدلات الانقراض والتنواع :

افترضت في كل ما سبق وجود مساواة بين معدلات التنواع ومعدلات انقراض الأنواع . فميلاد الأنواع وموتها يُفترض لهما نفس القدر بالضبط من الاحتمالات . كيف يمكن أن يكون ذلك واقعيا ، خاصة وأن ميلاد الأنواع وموتها هما ظاهرتان جد مختلفتين ؟

ثمة إجابتان عن ذلك . الأولى هى أن منطق المشى - العشوائى يصلح بصورة كاملة للعمل مع الاحتمالات « غير » المتساوية - إلا أن الرياضيات تتغير تغيرا طفيفا . وبالعودة إلى التمثيل بالكازينو ، فإن دار الكازينو ترسى على نحو طبيعى حالة عدم توازن فى الفرص المحتملة بحيث يكون مكسب الدار هو الأمر المحبذ . والمشى العشوائى ما زال صالحا للعمل ولكن مع وجود انحياز ضد الزبون بقدر صغير . وبالتالى ، فإنه يمكننا بسهولة معالجة حالات التطور التى تختلف فيها احتمالات التنواع والانقراض . وكمثل ، فإننا قد نشك فى أن القوارض والخفافيش قد عاشت فى مواقف حيث التنواع هو الأكثر احتمالا من الانقراض . ويجب أن نتنبه ، كما سبق ذكره ، إلى أن القوارض والخفافيش هى فحسب محظوظة بما يكفيها لأن تكسب الرهان . فبعض المقامرين فى الكازينو يحدث بالفعل أنهم يكسبون ، ويكسبون على نحو ثابت .

والإجابة الثانية عن السؤال عن افتراض تساوى المعدلات هى أن نلاحظ أن العدد الكلى لأحداث التنواع فى تاريخ الحياة هو تقريبا نفس العدد الكلى للانقراضات . وهذا أمر يترتب على نسبة ١٠٠٠ : ١ الموجودة بين الأنواع المنقرضة والأنواع الحية ، التى سبق مناقشتها فى الفصل الأول . فإذا كان قد تكوّن فى الماضى ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٤٠ نوع ، وإذا كان ما هو حى الآن هو ٠٠٠ر٠٠٠ر٤٠ نوع (على أن نبقى فى أذهاننا أننا لا نعرف الأرقام المضبوطة لذلك) ، يكون إذن قد حدث ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٤٠ تنواع للأنواع و ٠٠٠ر٠٠٠ر٩٦٠ر٣٩ انقراض للأنواع . وبالتالى ، نجد أنه على المدى الطويل يكون متوسط معدلات التنواع وانقراض الأنواع تقريبا متماثلين ، وبصرف النظر عن الأسباب التى أدت إلى هذا التساوى التقريبى فى المعدلات ، فإن الأرقام تدل على أن نموذج الزوجى - الفردى لا يُعد نموذجا غير معقول .

رسوم بيانية نسجية (*) ذات ميلان :

يقوم علماء الباليونتولوچيا بعمليات محاكاة كثيرة بالكمبيوتر من أجل الوصول إلى إدراك مدى نتائج المماشى العشوائية فى التنوع البيولوچى ، وذلك فى كل من حالتى معدلات التنواع والانقراض المتساوية وغير المتساوية . وبعض المجموعات التى تتم محاكاتها يتسع مداها ليصل إلى حد تكتسح عنده ذاكرة الكمبيوتر ، وبعض المجموعات الأخرى يصيبها الانقراض بمعدل سريع نوعا . وإذا بدأت المجموعة وهى صغيرة يكون انقراضها أكثر شيوعا ، تماما مثلما يزيد احتمال إفلاس مقامر الكازينو إفلاسا سريعا إذا بدأ برصيد صغير ، يكون قريبا من الحد الماص .

وستجد فى التطور أن المجموعة من مثل الجنس أو العائلة يجب حسب التعريف أن تبدأ بنوع واحد . وحتى تظل المجموعة المفرَخة باقية ، يجب أن يحدث للنوع الطفل تنواع قبل انقراضه . ولما كانت المجموعات التطورية الجديدة تبدأ صغيرة ، فإنها عادة لا تبقى طويلا . وهذا بدوره ينتج عنه أحد الجوانب المهمة فى تاريخ الحياة وهو أن معظم مجموعات الأنواع يكون مدى بقائها حية أقصر من المتوسط بالنسبة لكل المجموعات . وشكل (٣ - ٢) يعرض رسما بيانيا نسجيا لمدى حيوات أجناس الحفريات . وهذا الرسم له « ميلان » Skewed ، ففيه الكثير من أزمنة بقاء لمدى قصير ، وفيه عدد قليل لا غير من أزمنة البقاء لمدى طويل .

وشكل التباين ذى الميلان (اللاسمترى) هو شكل نمطى بالنسبة لخصائص

(*) رسم بيانى يتكون من سلسلة من المستطيلات Histogram . (المترجم)

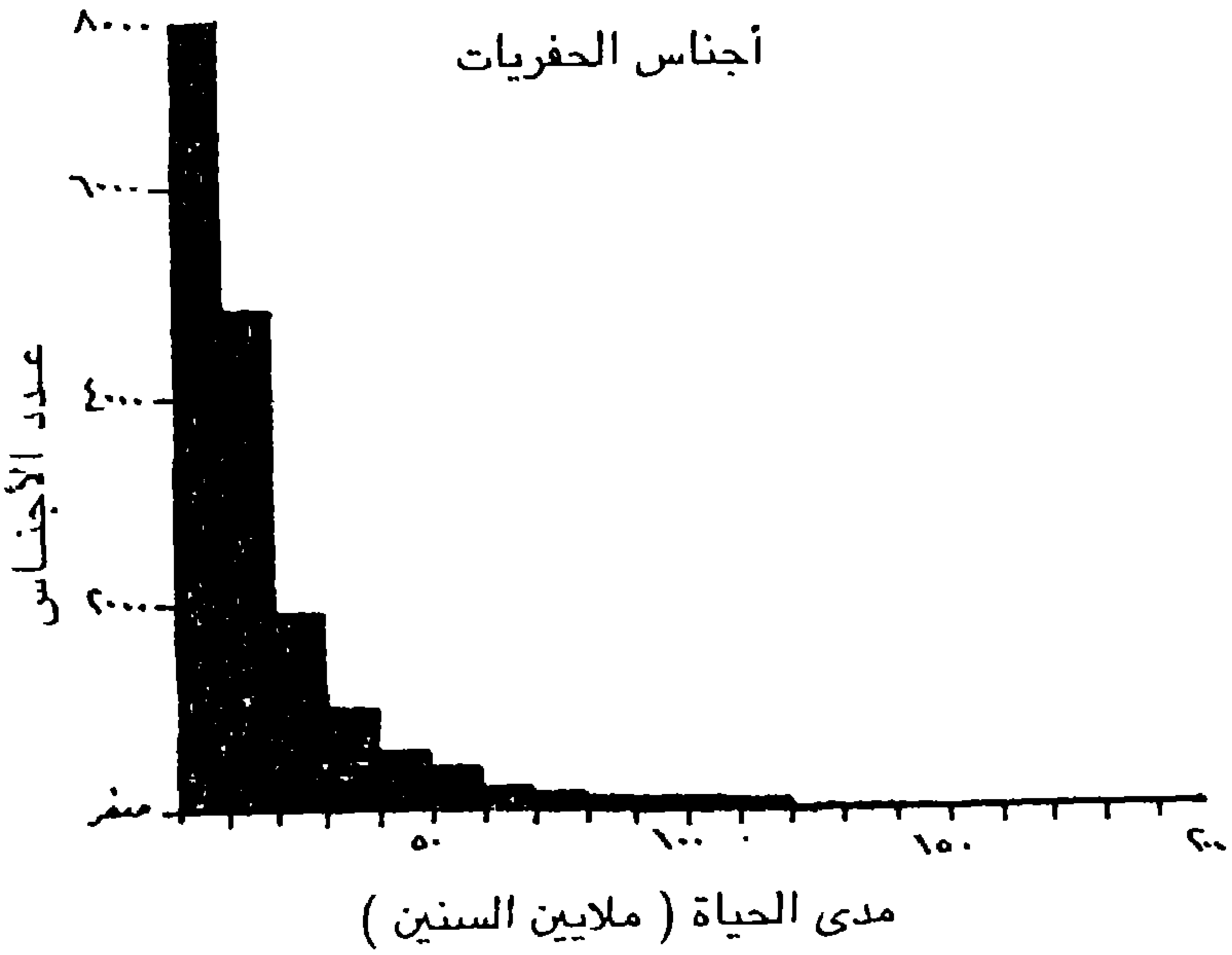
بيولوجية مهمة وثيقة الصلة بمسألة الانقراض . وهذه تتضمن :

* أعداد الأنواع فى أحد الأجناس .

* مدى زمن حيوات الأنواع .

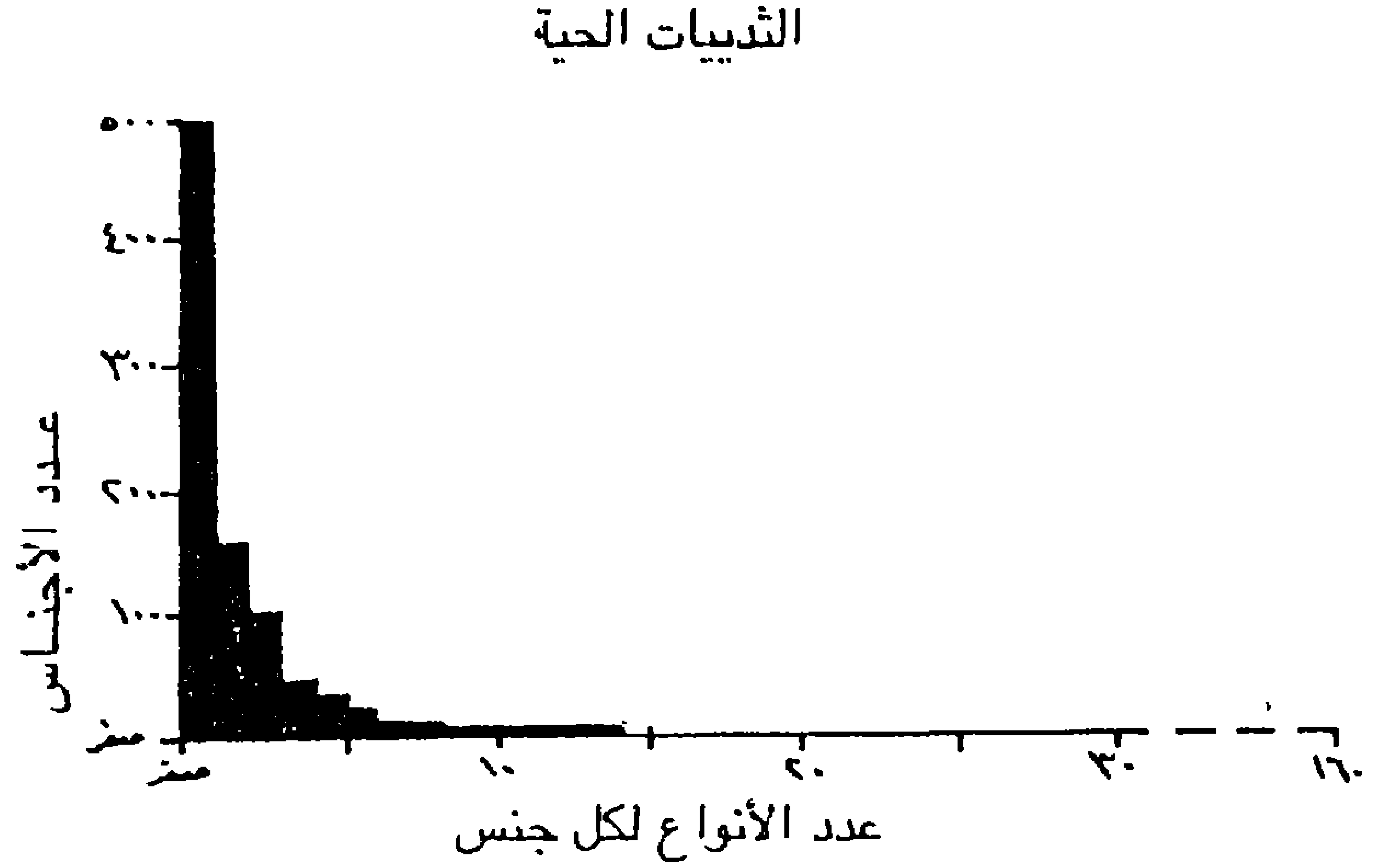
* عدد الأفراد فى أحد الأنواع .

* المدى الجغرافى للنوع .



شكل ٢ - ٢ رسم بيانى نسجى لتوزيع أزمنة مدى الحياة الجيولوجية لأجناس الحفريات .
ومتوسط مدى بقاء إحدى حفريات الأجناس هو حوالى ٢٠ مليون سنة . والرسم البيانى فيه ميلان كبير - فعدد الأجناس التى لها أزمنة حياة أقل من المتوسط هو عدد أكبر كثيرا من عدد تلك التى لها أزمنة حياة أكبر من المتوسط . (الرسم مؤسس على مدى زمن الحياة لأجناس عددها ١٧٥٠٥ جنس . والقائمة قد رتبها ج . ج سبيكوسكى الصغير) .

سنجد فى كل طبقة من الأحياء أن الشىء الصغير هو الأكثر توافرا . دعنى أذكر مثلا آخر . يوجد ما يقرب من ٤٠٠٠ نوع حى من الثدييات ، مجمعة فيما يقرب من ألف جنس . وحوالى نصف هذه الأجناس ليس فيها إلا نوع واحد فقط ، وحوالى ١٥٪ لديها فحسب نوعين . والأعداد تقل منحدرة فى سلاسة (أنظر شكل ٣-٢) ، بحيث أنه لا يوجد إلا أجناس معدودة لديها أكثر من ٢٥ نوعا ، وأكثر جنس ثديى حى من حيث



شكل ٣ - ٢ توزيع نو ميلان لحجم الأجناس بين الثدييات الحية . وما يقرب من نصف الأجناس فيها فحسب نوع واحد . والأجناس التى فيها ما يصل إلى عشر أنواع أجناس نادرة . (مؤسس على معطيات من اندرسون وچونز ، ١٩٦٧) .

عدد الأنواع (وهو آكل حشرات صغير) فيه حوالى ١٦٠ نوعا . والمتوسط العام هو أربعة أنواع لكل جنس (٤٠٠٠ / ١٠٠٠) ، على أنه بسبب هذه اللاسمترية سنجد أن ثلاثة أرباع الأجناس بالكامل فيها نوع واحد أو اثنان أو ثلاثة ، وبالتالى فإنها أقل من المتوسط .

دعنى ألخص قليلا من النقاط السابقة . ثمة أسباب ناشئة عن النظرية والملاحظة معا - وبعضها يعتمد على مشكلة إفلاس المقامر - تجعل فى إمكاننا أن نقول بالتعميمات التالية :

١ - معظم الأجناس والأنواع تعيش زمنا قصيرا (بالمقارنة بالمتوسطات) .

٢ - معظم الأنواع فيها أفراد قليلة .

٣ - معظم الأجناس فيها أنواع قليلة .

٤ - معظم الأنواع تشغل مناطق جغرافية صغيرة .

والتباين ذو الميلان أمر شائع أقصى الشيوع فى الطبيعة . على أنه مما يثير العجب أننا فى معظمنا قد تدربنا على الاعتقاد بأن التنوع فى الظواهر الطبيعية له توزيع ناقوسى (*) ، يكون فيه عدد العناصر الأعلى من المتوسط هو بالضبط نفس عدد

(*) أى أن منحنى التوزيع يتخذ شكل الناقوس . (المترجم)

العناصر الأقل من المتوسط – سواء كنا نتحدث عن متوسطات أطوال البشر أو أوزانهم أو الطقس أو كرة القاعدة (البيس بول) . وليس هناك ما هو أبعد من الحقيقة عن ذلك .

والأمثلة الكلاسيكية للتباين ذى الميلان تتضمن فترة حضانة الأمراض المُعدية وتوقعات زمن بقاء مرضى السرطان أحياء . وفى كلا الأمرين ، نجد أن معظم الحالات يكون موقعها عند ما هو أقل من المتوسط ، وسبب ذلك أن المتوسط ينبنى على حاصل جمع فترات قصيرة كثيرة وفترات طويلة قليلة ثم يقسم ذلك على العدد الكلى للحالات . والأفضل من ذلك أن نستخدم الزمن « الوسطى » – أى الزمن الذى يفوقه زمن نصف عدد الحالات الفردية .

والرياضيون يسمون المنحنيات ذات الشكل الناقوسى بأنها منحنيات التوزيع القياسية أو الجاوسية ، وبالطبع فإن هذه المنحنيات الناقوسية هى مما يحدث أحيانا فى الطبيعة ، ولكن الأمر هو أن المنحنيات الأكثر شيوعا هى الأشكال غير الناقوسية – وعلماء الإحصاء يتصارعون مع هذه المشكلة لأن أفضل الاختبارات الإحصائية قد صمم الكثير منها ليطبق على المنحنى ذى الشكل الناقوسى . وكثيرا ما يتفادى الرياضيون المشكلة بأن يحوروا شكل المعطيات الخام – أى بأن يشوهوا من مقياس الرسم بحيث يستطيعون معالجة النتائج و « كأنها » لها منحنى توزيع شكله ناقوسى . وأحد هذه التحويرات الذى يصلح أحيانا هكذا هو أن نحول كل القياسات إلى لوغاريتماتها (أو حتى لجذرها التربيعى) . وإذا كان للأرقام المحورة توزيع ذى شكل ناقوسى ، فإن المحلل يستطيع أن يجرى الاختبارات التى تفترض وجود هذا الشكل .

نماذج أخرى :

مشكلة إفلاس المقامر قد أدت بنا إلى تعميمات بشأن الأنواع لها علاقة بمشكلة

الانقراض . على أن الكثير من الأنماط ، وخاصة التوزيعات ذات الميلان ، يمكن أيضا تقريبها بواسطة عمليات لا علاقة لها بالمقامرة أو البيولوچيا .

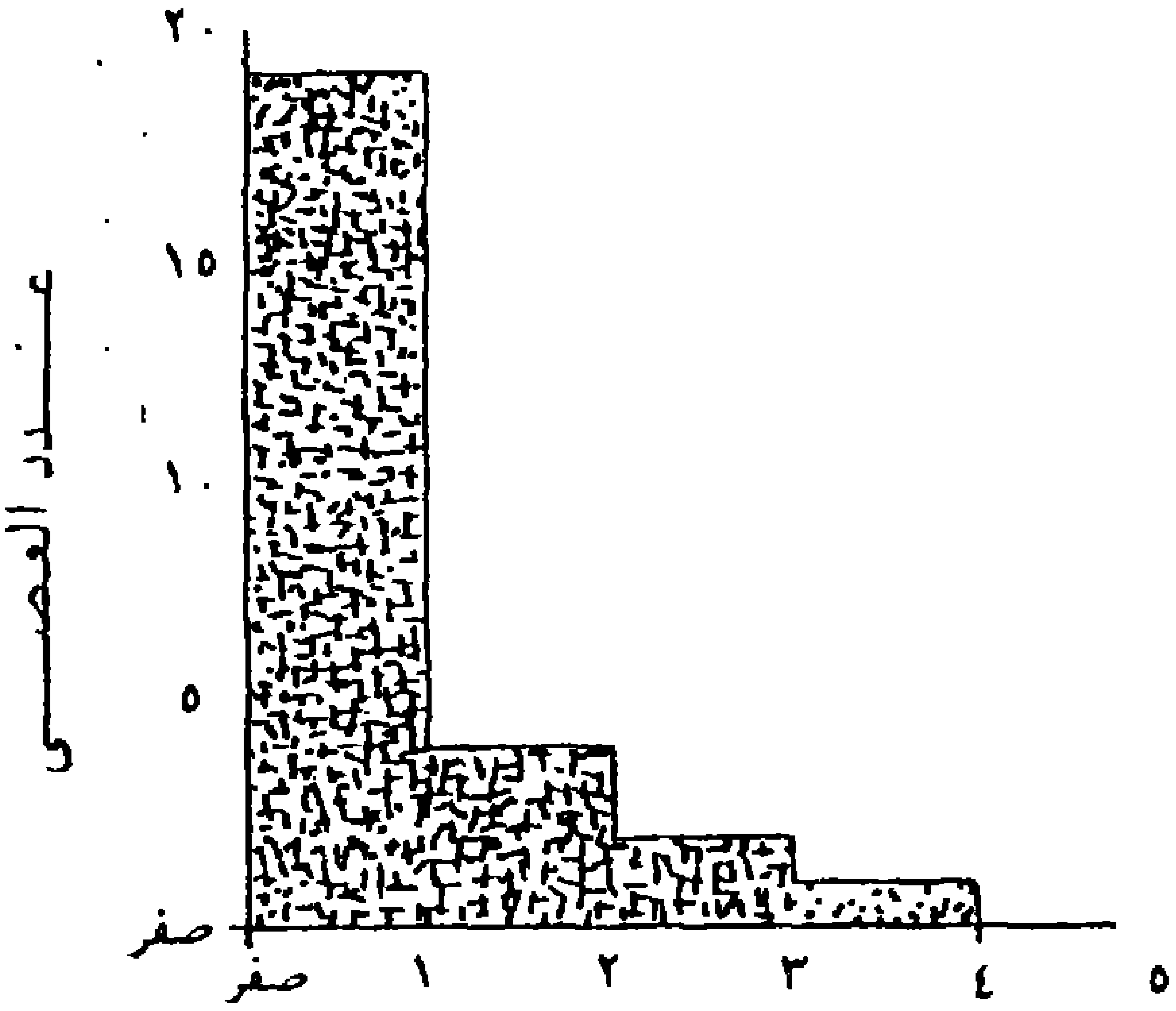
هب أنك أخذت عصا طولها مائة بوصة وكسرتها عند ٢٥ نقطة عشوائية – بدون تحبيذ لمنتصفها أو لأى جزء آخر . عندما تنتهى من ذلك سيكون لديك ست وعشرون عصا قصيرة . والآن هيا نقيس ونعد العصى القصيرة ، ونشكل رسما بيانيا نسجيا . سيبدو شكل التباين فى طول العصى مشابها جدا للرسوم التى عرضناها عن الأنواع والأجناس : كتلة أو نتوء إلى اليسار – ثم ذيل طويل يمتد إلى اليمين . وشكل ٣ – ٤ يبين نتائج المحاكاة بالكمبيوتر .

ورسم التباينات فى أعداد سكان المدن فى الولايات المتحدة سيظهر نمطا مشابها لذلك ، ويحدث ذلك أيضا مع أشياء كثيرة أخرى مما يمكن أن نقيسه أو نعده . والنموذج المسمى بنموذج العصا المكسورة واحد من نماذج كثيرة طبقت على هذه الأنماط ، وقد بُذلت محاولات كثيرة للعثور على النموذج الأكثر معقولية أو الذى يلائم أحسن الملائمة تلك المشاهدات . وبالنسبة لأهداف هذا الكتاب فإن الشىء المهم هو أن الكثير من التوزيعات تكون ذات ميلان . بل هى حتى لا تقترب من المنحنى السيمترى ذى الشكل الناقوسى الذى سمعنا كلنا عنه .

وأحد الدروس التى يمكن تعلمها من ذلك بالنسبة للانقراض ، هو أن احتمال انقراض بعض النباتات والحيوانات يكون بدهيا أكبر كثيرا من احتمال انقراض بعضها الآخر . ومعظم الأنواع التى تعيش الآن ذات عشائر صغيرة وتعيش فى مناطق جغرافية محدودة . وهذه هى الأنواع التى نادرا ما نراها . أما الأنواع الوافرة والمنتشرة فتشيع رؤيتها ، ولكن عدد هذه الأنواع صغير بما يثير الدهشة . ولهذا السبب فإن من الممكن

أن تُكتب كتب إرشاد ميدانية مفيدة عن الثدييات والحشرات فى أجزاء من حجم يسهل تناوله . وسيكون بما يتفق مع المنطق أنه عندما تسوء الأمور من الوجهة البيئية ، سواء بيولوچيا أو فيزيقيا ، فإن الأجناس النادرة الكثيرة العدد تكون الأكثر تعرضا للانقراض . وبالتالى ، فعندما نقول أن حدثا من انقراض معين قد محا ٤٠ فى المائة أو ٨٠ فى المائة من التنوع البيولوچى ، فإننا أيضاً ينبغى أن نقول أى ٤٠ فى المائة أو ٨٠ فى المائة هى التى محيت . وسيعتمد مغزى الحدث أساسا على ما إذا كان الضحايا هم أنواع ذات عدد أفراد وافر وتنتشر عالميا أو أن الأمر مجرد مستوطنات محلية .

نموذج العصا المكسورة



شكل ٣-٤ نتائج لعملية محاكاة : حيث تكسر العصا عند ٢٥ نقطة يتم اختيارها عشوائيا . ويبين الرسم البيانى النسجى كمية توزيع العصى القصيرة . ويذكرنا الميلان الشديد هنا بالأشكال التى نراها شائعة فى الرسوم البيانية النسجية للظواهر الطبيعية .

حاشية عن انقراض الألقاب :

توماس مالتوس اقتصادى بريطانى عاش فى أواخر القرن الثامن عشر وأوائل القرن التاسع عشر ، وتُذكر له أراؤه عن النمو السكانى وتأثيراته الاجتماعية . ومحاجته التى تقول أن السكان يزيدون دائما بسرعة أكبر من موارد الطعام ، أثرت تأثيرا شديدا فى تشارلز داروين عندما أنشأ نظرية الانتخاب الطبيعى . وبالتالى ، فإن من الغريب أن أشهر عمل لمالتوس وهو « مقال عن المبدأ السكانى » هو مما ينبغى أن يمدنا بانعطاف مهم فيما يتعلق بمشكلة الانقراض .

خصص مالتوس قسما صغيرا من « المقال » لأرقام السكان فى مدينة برن بسويسرا . فقارن مالتوس قوائم بأسماء العائلات البارزة - بمعنى العائلات التى سُجلت كأعضاء من البورجوازية ، مثل التجار والحرفيين - وذلك عبر فترة من ٢٠٠ سنة من ١٥٨٠ حتى ١٧٨٣ . ولدهشة مالتوس الواضحة ، وجد أن نسبة كاملة من ثلاثة أرباع العائلات المدرجين فى بداية هذه الفترة قد زالت فى النهاية (هذا رغم أن العدد الكلى للسكان كان ثابتا) . وكل الأفراد الذين لهم هذه الألقاب إما قد ماتوا أو أنهم قد غادروا برن . ولم يعط مالتوس أى تفسير لهذه المشاهدة ، ومرت القضية دون أن يلحظها الكثيرون وهى فى عمل قد كرس لنمو السكان وليس لموتهم .

وقد لوحظ خلال القرن التاسع عشر وجود معدلات عالية من انقراض العائلات فى مجموعات سكانية أخرى حيث أتيحت التسجيلات الجيدة ، وخاصة بين العائلات المالكة الأوروبية ونبلاء الانجليز . وبدا الأمر كله مناقضا لما هو بديهى . وأى واحد سيدرك وجود عائلات هائلة العدد ذات أسماء يمكن تتبعها وراءا لمدة قرون . إلا أن الاحصائيات بهذا الشأن كانت صارمة .

وقد فسر معظم الراصدين ارتفاع معدل انقراض الألقاب على أنه يكشف عن بعض

ضعف أو وهن متأصل فى حياة الطبقة الراقية . فأفراد البورجوازية والعائلات المالكة لديهم على نحو ما فرصة أقل لأن يعيشوا طويلا أو أن ينجبوا عددا كافيا من الأطفال بما يحفظ استمرارية عائلاتهم . وهذا التفسير مؤسس على فرض ضمنى بأن الحصول على معطيات عن البروليتاريا (الشغيلة) سوف يظهر استقرارا أكبر . ولكن أحداً لم يهتم بتفحص ذلك لسنين طويلة .

على أن ثمة دراسة إحصائية كلاسيكية نشرها فرنسيس جالتون هو و - هـ . و . واطسن فى ١٨٧٥ ، وأظهرت هذه الدراسة أن الملاحظات الأصلية لمالتوس هى بالضبط ما ينبغى توقعه . وعندما تم تحليل معطيات تعداد أُجرى على نطاق واسع لكل السكان تأكد استنتاج جالتون وواطسن .

وبالتالى ، فإن معظم أسماء العائلات فى المجتمعات البشرية لها مدى حياة قصير إلى حد مدهش . وعادة يبدأ اسم جديد للعائلة فى حالة فرد واحد أو أفراد قليلين جدا ، ويعتمد دوام الاسم لأجيال عديدة على تقلبات من الصدفة : فالأمر يعتمد على عدد الذكور (حاملى الأسماء) بين الأطفال المولودين ، وعلى ما إذا كانوا يظلون أحياءا حتى ينجبوا أطفالا . وعدد أفراد أى أسرة فيه تراوح بمثل ما يحدث فى المشى العشوائى . وإذا كان المعدل العام للمواليد عاليا بما يكفى لأن يسبب نمو السكان ، فإن المشى العشوائى يتحيز قليلا تجاه استمرار بقاء أسماء العائلات ، ولكن هذا التحيز لا يكون قويا بما يكفى لتحاشى إفلاس المقامر ، خاصة وأن العائلات الجديدة تبدأ صغيرة فى حجمها . وبالتالى ، فإن العائلات الكبيرة جدا المألوفة لدى الأمريكيين - عائلات سميث وچونسون - هى أمر نادر . ونجاح هذه العائلات ربما يعد مماثلا لنجاح القوارض والخفافيش .

وكتعليق نهائى على موضوع الألقاب البشرية ، دعنا نسأل ما الذى يحدث لعشيرة من البشر عبر آلاف السنين ؟ إن العشيرة بسبب ما يحدث من انقراض للأسماء ، يجب أن تصبح مركزة فى عائلات أقل وأقل ، بحيث إن النتيجة النهائية (إذا توفر وقت لا نهائى) ستكون مجتمعا من عائلة واحدة لاغير ، وحيث إن الألقاب تخدم أساسا لتمييز أو ترقيم خطوط سلالة عائلية ، فإنه لابد من وجود عدد ما هو الأمثل فى أى مجتمع . وعندما تصبح الأسماء قليلة جدا بسبب الانقراض فإنى أتصور أنه سيكون هناك حافز قوى لأن تتفرع العائلات لتظهر أسماء جديدة . وهذا تفرع تطورى ولكنه تفرع لا يبدو أن له مماثل واضح فى العالم البيولوجى . أم ترى هل له مماثل ؟

مراجع ومصادر للمزيد من القراءة

SOURCES AND FURTHER READING

Anderson, S., and J. K. Jones. 1967. Recent mammals of the world. New York: Ronald Press. Source for Figure 3-3. The word Recent in the title is jargon for "living" (as opposed to "extinct"). An updated volume was published in 1984 under the title Orders and families of recent mammals of the world (New York: John Wiley), but the statistics have not changed appreciably.

Dubins, L. E., and L. J. Savage. 1976. Inequalities for stochastic processes __How to gamble if you must. New York: Dover Publications. A heavy mathematical treatment based on a casino gambling model' includes a prescription for ensuring that a gambler will end a winner in 90 percent of casino outings__while losing all the profits the other 10 percent of the time.

Galton, F., and H. W. Watson. 1875. On the probability of the extinction of families. Journal of the Anthropological Society of . London 4:138-44. A Classic study of the extinction of family names.

Malthus, T. R. 1826. An assay on the principle of population. 6 th ed.

London: John Murray. Pp. 352-53 of vol. 1 contain the data on extinction of Families in Switzerland.

الفصل الرابع

الانقراضات الجماعية

الانقراض الجماعي مصدر رواج لشباك التذاكر ، وأمر محبب للصحافة الشعبية ، وهو موضوع لصفحات الغلاف وللأفلام التسجيلية التليفزيونية وللكثير من الكتب بل وحتى لأغنية من أغاني الروك * .. وقد كرست مجلة « ديسكفر » عددها في أكتوبر ١٩٨٩ لموضوع « عقد من العلم : الأفكار الثماني الكبرى للثمانينيات » . والفكرة رقم ٥ توصّف الانقراض المعنى في مقال لستيفن جاي جولد عنوانه « كويكب نموت في سبيله » . وفي نهاية ١٩٨٩ حددت وكالة أنباء الأسوشيتد پرس الانقراض الجماعي على أنه واحد من قائمة موضوعات «العشرة القمة من أوجه التقدم العلمي في العقد الماضي» . وأسهم الكل بنصيبه ابتداء من « الإيكونوميست » حتى المجلة « الجغرافية القومية » .

ثمة أسباب عديدة لما يؤدي إليه الانقراض من إثارة شعبية . وأحد الأسباب الواضحة ، وأهم الأسباب بلا ريب ، هو مقال بحث مثير للجدل نشره في ١٩٨٠ ل . ف . ألڤاريز ، وو . ألفاريز ، و هـ . ڤي . ميشيل . ويطرح هذا المقال أن مذنبا عملاقا أو كويكبا قد اصطدم بالأرض منذ ٦٥ مليون سنة ، بما قدح الزناد لواحد من أكبر أحداث الانقراض الجماعي في تاريخ الحياة . وقد زاد الاهتمام الشعبي بهذا الأمر بسبب حقيقة ما أدى إليه هذا الانقراض من قتل الديناصورات .

ثم حدث في ١٩٨٤ أن جاك سيبكوسكي هو وإياي نشرنا دعوانا بأن آخر ما حدث من نبضات عديدة من الانقراض كانت تقع على دورات زمانية تماثل دوران الساعة ،

* نوع من الموسيقى الغربية الراقصة شاع في الخمسينيات والستينيات . (المترجم)

فهى تقع تقريبا كل ٢٦ مليون سنة . وأدى هذا بعلماء الفلك إلى أن يطرحوا تفسيرات تتأسس على المنظومة الشمسية أو المجرة ، وأشهرها أن شمسنا لها نجم صغير رفيق لها (يلقب نمسيس) * يوقع الاضطراب فى أفلاك المذنبات كل ٢٦ مليون سنة ، بما يسبب وابلا من المذنبات على الأرض ، على أن هذه التوليفة من الاقتراحات قد أدت إلى المزيد من الخلاف .

ومع أن هذه الأحداث العلمية فيها وحدها ما يكفى لأن يسبب الإثارة بشأن الانقراض الجماعى ، إلا أن تفسيرات إضافية قد طرحت أيضا ، بما فى ذلك فكرة أن سيناريوهات يوم الدينونة لها جاذبية طبيعية فى ثقافتنا . ولا ريب أن الانقراضات الجماعية الكبيرة كانت حقا أحداثا مدمرة ، وإذا كانت قد حدثت بسبب اصطدام بالمذنبات ، فإنها بذلك أحداث تتصف بالفورية والدرامية . ترى هل يمكن أن يحدث ذلك ثانية ؟ وإذا كان الأمر كذلك فمتى يحدث ؟

ومما طرح أيضا أن المخاوف الشائعة من وقوع الحرب الكوكبية والشتاء الذرى * قد أثارت الحساسية عند كل فرد منا مما جعل كل واحد يتحدث عن كارثة كوكبية ستقع . وإذا كان الأمر هكذا حقا ، فإن زيادة حرارة كوكبنا وظاهرة بيت النباتات الزجاجى (الصوبة) هى أيضا فيما يحتمل جزء من هذه الخلطة .

عندما نسأل أحد علماء الباليونتولوچيا عن عدد الانقراضات الكبيرة التى حدثت ، سنجد إجابة لا تتغير وهى خمسة انقراضات : فقد حدث إنقراض فى كل من العصر الأوردوڤيسى ، والديڤونى ، والبرمى ، والثلاثى ، والطباشيرى – أحداث تعرف بأنها

---

* نمسيس ألهة الانتقام عند الاغريق . (المترجم)

* يحدث الشتاء الذرى بسبب انفجارات ذرية تؤدى حرائقها إلى حجب ضوء الشمس عن الأرض ، فتدخل الأرض فى شتاء طويل ذرى . (المترجم)

« الخمسة الكبار » . وإذا سُئل عالم الباليونتولوچيا عما كان يحدث بين هذه الانقراضات ، فإنه (أو أنها) سوف يجيب بأنه كان هناك انقراض مستمر على مستوى منخفض يُسمى « الخلفية » ، وربما يصحبه نبضات معدودة فوق مستوى الخلفية ولكنها ليست كبيرة بما يكفى لأن يُطلق عليها أنها انقراضات جماعية .

وفى شكل ٤ - ١ نحاول أن نبين توقيتات الانقراضات ذات الأحجام المختلفة . والأسهم الطويلة المجوفة هى للخمسة الكبار ، وذلك الذى عند نهاية العصر البرمى (٢٤٥ ما قزح) هو أكبرها . والأسهم الأقصر تدل على الأحداث الأصغر ، ويتباين طول الأسهم وذلك حسب شدة الانقراض بالتقريب .

ويثير ذلك أسئلة عديدة كيف يقاس الانقراض ؟ هل الفترات التى حدثت فيها انقراضات كبيرة تبقى زمنا يبلغ من قصره أنها تستحق كلمة « حدث » ؟ هل هناك فروق أساسية بين الانقراضات الكبيرة والصغيرة - بخلا ف الحجم - بما يدل عليه المصطلح الذى نستخدمه ؟ قبل تناول هذه الأسئلة سوف أذكر وصفا موجزا لأحد الانقراضات الجماعية الكبرى .

الانقراض الجماعى ط . ث

أحسن ما تم توثيقه من الخمسة الكبار هو ما وقع عند نهاية العصر الطباشيرى . وكثيرا ما يسمى هذا الانقراض بأنه ط - ث (K - T) بما يشير إلى الحد بين العصر الطباشيرى (ط) والعصر التالى الأحدث أو الحقب الثالث (ث) * . ولما كان هذا

* الأحرف بالانجليزية هى K - T حيث K تشير إلى الطباشيرى Cretaceous واستخدم هنا حرف K بدلا من C حتى لا يختلط الأمر مع الكمبرى Cambraian . أما حرف T فيرمز للحقب الثالث Tertiary . (المترجم)

الانقراض هو الأحدث بين الخمسة الكبار فإن صخوره وحفرياته هى الأفضل حفظا . كذلك فإن الرسوبيات من العصر الطباشيرى تنتشر انتشارا واسعا لأن هذا العصر كانت القارات فيه مغمورة ببحار ضحلة ، تركت سجلا بحريا جيدا موجودا على سطح الأرض الحالى .

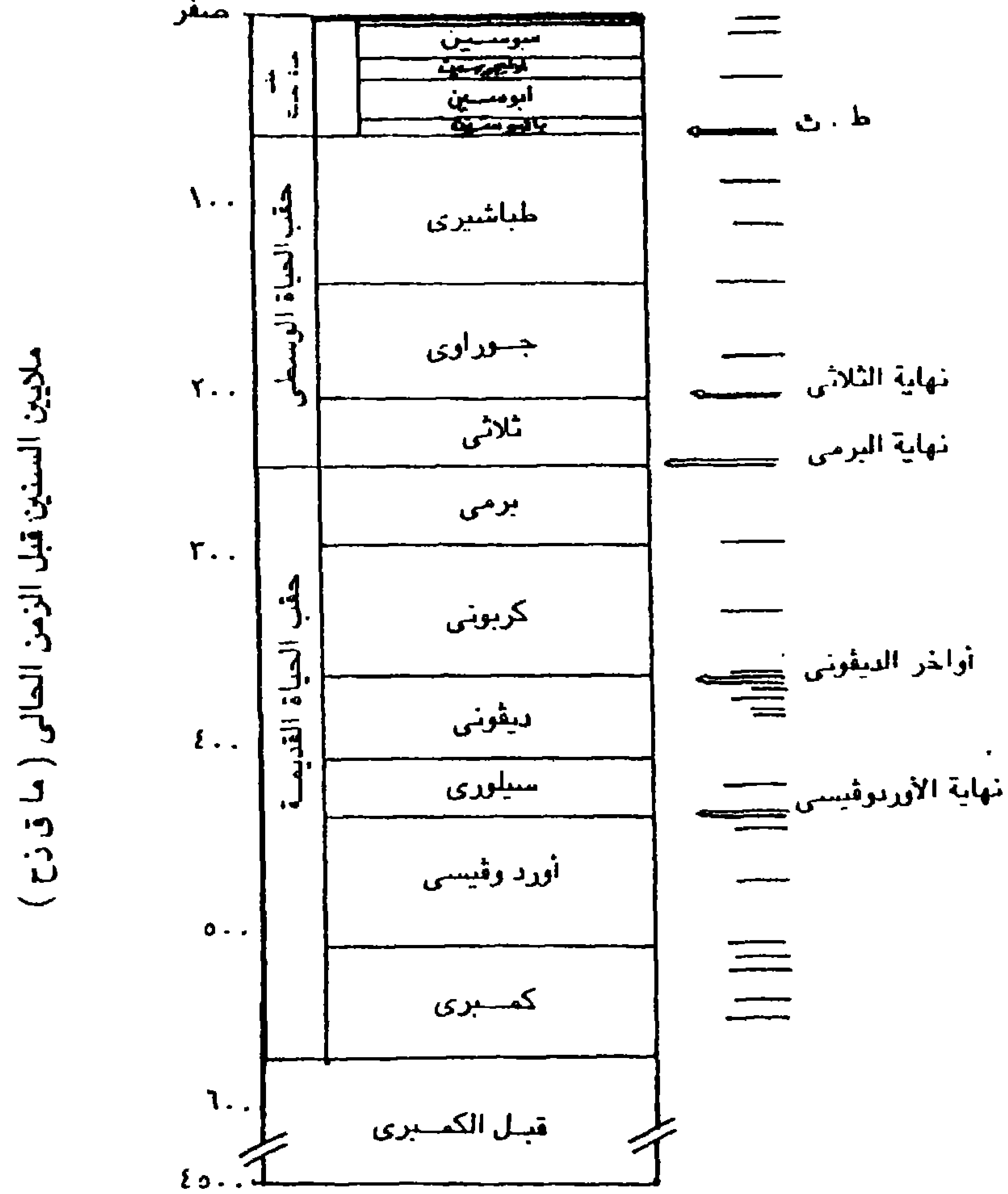
وعمليا فإن كل مجموعات النبات والحيوان – على الأرض وفى البحر – قد فقدت أنواعا وأجناسا عند نهاية العصر الطباشيرى أو قرب هذه النهاية . وقد تكبدت الحيوانات البحرية الانقراض الكامل لثمانية وثلاثين فى المائة من أجناسها ، وكانت الضربة أشد قليلا بالنسبة لحيوانات الأرض . وهذه أرقام كبيرة عندما نتفكر فى أنه حتى يبيد أحد الأجناس فإنه يجب أن تموت كل الأفراد التى فى كل أنواع هذا الجنس . كذلك يبدو أن نباتات الأرض لم تكن أفضل حالا ، وإن كان سجلها الحفرى ليس سجلا جيدا بما يكفى لأن نكون واثقين من ذلك .

وفى المحيطات تركزت الخسائر الأساسية للأنواع والأجناس فى الزواحف البحرية والأسماك العظمية والاسفنجيات والقواقع والبطلينوسات * والأمونيتات (رخويات ذات قرابة بعيدة بالحبار) وقنافذ البحر والمثقبات * (حيوانات ذات خلية واحدة لها عادة هيكل عظمى صلب) . على أنه ما من مجموعة قد أفلتت . وأهم ما يجدر أن نلاحظه هو المجموعات الكبيرة – العائلات والرتب – التى فقدت كل أنواعها . فالزواحف البحرية (البلسيوسورات والموزاسورات والاكثيوسورات) قد بادت كلها بالكامل هى والأمونيتات ومجموعات أخرى عديدة كانت كلها فى وقت ما مجموعات ناجحة . وبعضها كان قد أصابه الانحدار فى زمن يسبق بما له اعتباره نهاية العصر الطباشيرى ، أما البعض الآخر فقد مات فجأة .

---

* البطلينوس : حيوان رخوى أو سمك صدفى . (المترجم)

* المثقبات : حيوانات بحرية أولية ذات أصداف مثقبة . (المترجم)



شكل ٤ - ١ التدريج الزمنى الجيولوجى مبينا أحداث الانقراضات الرئيسية فى دهر الحياة الظاهرة (فانيروزوى) . وأطوال الأسهم تتناسب بالتقريب مع شدة الانقراض . والأحداث المعنونة هى الانقراضات الخمسة الكبار (الشكل معدل عن شكل مماثل أنشأه سيبكوسكى ، ١٩٨٦) .

أما على الأرض فقد كانت الديناصورات هى أوضح الضحايا ، على أنه حدثت خسائر جسيمة فى صنوف واسعة التنوع من الزواحف الأخرى والثدييات والبرمائيات . وفى غرب أمريكا الشمالية باد بالكامل ثلث كل أجناس الثدييات عند نهاية العصر الطباشيرى أو بالقرب منها .

وكان هناك بالطبع من نجوا بحياتهم ، فالتماسيح والقواطير * والضفادع والسمندل والسلحفاوات والثدييات ، كلها ظلت باقية – كمجموعات – رغم انقراض بعض الأنواع .

وعلى نحو ما ، سنجد أن قوائم الضحايا والناجين فيها ما يضلل . فمقولة أن الثدييات ظلت باقية تخفى حقيقة أنها قد عانت من خسائر جسيمة . والتأكيد على مصائر المجموعات التاكسونومية الأساسية تأكيدا زائدا بأكثر مما ينبغى قد أدى إلى تبسيط مخل عند البحث عن أسباب الانقراض الجماعى – وذلك بأن توضع أسئلة زائفة مثل « ما الذى يمكن أن يقتل الديناصورات ولكنه لا يؤثر فى الثدييات ؟ » .

والأهم من ذلك أن القوائم تخفى وراءها تأثيرات الانقراض الأكثر درامية – إبادات هائلة لعدد قليل من أنواع ذات وفرة هائلة فى الأفراد . وكمثل فإن الكثير من رسوبيات حد ط – ث تبين تحولا مفاجئا فى الحياة النباتية على الأرض تم تسجيله بانخفاض فى مقدار ما يوجد من حبوب اللقاح لكاسيات البذور (النباتات المزهرة) ووثبة ارتفاع لمقدار ما يوجد من أبواغ السرخس . ويعرف هذا بنتوء السرخس . ونجد فى ملليمترات معدودة من التعاقب الرسوبى أن مقدار أبواغ السرخس الذى تتضمنه الرسوبيات ترتفع من ٢٥ فى المائة إلى ٩٩ فى المائة . ويذكرنا هذا التغير بالتحولات المفاجئة فى الحياة

* القاطور : التمساح الأمريكى Alligator . (المترجم)

النباتية التى نراها الآن كثيرا بعد حريق فى إحدى الغابات – إذ يحل مكان الغابة المورقة منظومة نباتات انتهازية تسودها السرخسيات .

ويلى النتوء السرخسى أن تعود النباتات المزهرة ثانية مع غياب أنواع قليلة نسبيا . وإذا كنا سننظر فحسب إلى عدد الأنواع والأجناس ، فسوف نغفل عن رؤية ما ألحقه الحدث من أذى . وهذه كانت حجة ديجبى ما كلارين عن مغزى المقتلة الجماعية فى الماضى (أنظر الفصل الأول) .

هذا وقد حدثت مقتلة جماعية أخرى فى المحيطات بين المثقبات القريبة من السطح (المثقبات المعلقة) . وهذه الحيوانات الصغيرة ليس لها إلا أنواع معدودة ، ولكن أفرادها وافرة وفرة هائلة ، وهياكلها العظمية كثيرا ما كانت تسود على ما يترسب من رسوبيات ذلك الوقت . ونجد عند حد ط - ث أن معظم المثقبات المعلقة قد قتلت بالكامل بحيث أن الرسوبيات التى من فوقها تختلف اختلافاً بيّنا فى اللون والمظهر العام . وحدث بعد ذلك فيما يلى من الحقب الثالث أن عادت المثقبات المعلقة مرة ثانية ، وقد ظهرت منها أنواع جديدة عديدة ، من الواضح أنها سلالة لنوع وحيد ظل باقيا بعد العصر الطباشيرى . وحيث أن الأنواع التى تأثرت هنا أنواع قليلة فإن هذه المثقبات المعلقة لا تضيف كثيرا للاحصائيات الكوكبية عن الحدث . أما بالنسبة لخسائر الكتلة الحيوية فإن المثقبات المعلقة يكون لها أهميتها .

ولسوء الحظ فإن سجل الحفريات نادرا ما يتيح لنا أن نحصى عدد الأفراد التى تموت أو أن نقيس مجموع الكتلة الحيوية التى بادت . وحالات نتوء السرخس والمثقبات المعلقة تقدم لمحات غير عادية لما يحدث من موت فى الماضى الچيولوچى . وبالتالى ،

فإننا مجبرون على أن نعود لتحليلات الأنماط الموسعة للضحايا والناجين - حيث التعداد فى أغلبه يتناول الأنواع والأجناس والمجموعات التاكسونومية الأكبر .

إننى لن أوصف الانقراضات الكبيرة الخمسة واحدا بعد الآخر . فقوائم الفائزين والخاسرين فيها تصير قوائم كثيفة ، بل ومملة ، عندما نعود وراء فى الزمان حيث تصبح الكائنات الحية من صنوف تقل وتقل معرفتنا بها . وسوف أذكر بالتفصيل جوانب من بعض الأحداث ، ولكن ذلك فحسب حيثما يكون الأمر ملائما للمناقشات الأعم بشأن ظاهرة الانقراض . وكما سوف نرى ، فإن كل الانقراضات تختلف - فى معدل السرعة والنتائج معا - ولكن هناك أنماط تؤدى بنا إلى بعض إجابات عامة .

قياس الانقراض

إحدى الطرائق لقياس شدة انقراض ط - ث هى أن نحسب النسبة المئوية للأنواع (أو مجموعات الأنواع) التى عاشت فى أواخر العصر الطباشيرى ولكنها بادت عند حد ط - ث . وهذه النسب المئوية هى بالتقريب كما يعرضها البيان الذى فى الصفحة المقابلة : وأبرز كل شيء هو زيادة المقتلة كلما تحركنا لأسفل القائمة ، أى من المجموعات الكبيرة إلى المجموعات الصغيرة . والمجموعات الصغيرة هى فروع من الأكبر : فكل شعبة تحوى طائفة واحدة أو أكثر ، وكل طائفة تحوى رتبة واحدة أو أكثر ، وهلم جرا .

وحتى نقيّم هذه الأرقام ، هيا نحاول إجراء التجربة الفكرية التالية . هيا نتخيل عالما حيث كل نوع فيه عشرة أفراد من الكائنات الحية ، وكل جنس فيه عشرة أنواع ، وكل عائلة فيها عشرة أجناس ، وهلم جرا حتى نصل إلى شعبة واحدة تحوى عشر

المجموعة	النسبة المئوية لمن بادوا
شعب	صفر
طوائف	١
رتب	١٠
عائلات	١٤
أجناس	٣٨
أنواع	٦٥ - ٧٠
أفراد	؟

طوائف ، وبالحساب فإن ذلك يؤدى بالضبط إلى مليون واحد من الأفراد ، لنفرض الآن أن الأفراد يُقتلون عشوائيا ، دون رجوع إلى عضوية فى الأنواع أو المجموعات الأكبر . ويسمى هذا سيناريو ميدان ضرب الرصاص - حيث كل الأفراد موجودون فى ميدان ملىء بالرصاصات الطائرة ، والموت أو البقاء أى منهما مجرد أمر متروك للحظ . وهذه صورة رهيبة ، ولكنها تؤدى المهمة .

إذا قتل ٧٥ فى المائة من الأفراد فى هذه التجربة الفكرية ، ماذا تكون النسبة المئوية للإنقراض فى المجموعات التاكسونومية ؟ بداية من قمة القائمة يجب أن يكون معدل القتل بالنسبة للشُعب هو صفر ، لأنه لا يوجد إلا شعبة واحدة ، وهى تفقد فحسب ثلاثة أرباع أعضائها . وكل طائفة من الطوائف العشر فيها مائة ألف فرد ، وبالتالى يمكننا أن نسأل ، ما هو احتمال أن تفقد أى طائفة من هذه الطوائف « كل » أفرادها المائة ألف إذا كان المعدل العام للموت هو ٧٥ فى المائة ؟ إن هذا الاحتمال هو بكل الأوجه العملية صفر ، وهذا يجعل من الأمور المدهشة أن ينقرض حتى واحد فى المائة من الطوائف عند ط . ث (طائفة واحدة من ٨٢ طائفة) .

وعندما نتحرك لأسفل الطبقات التاكسونومية ، نجد أن انقراض المجموعات بالمصادفة وحدها يصبح أكثر وأكثر احتمالا . وعند القاع ، نجد أن احتمال أن يُقتل كل الأفراد العشرة فى أى نوع واحد بواسطة ميدان ضرب الرصاص هو احتمال يقارب الواحد من العشرين (٠٫٠٥٦ أو ٥٫٦ فى المائة) . وبالتالى فإنه لن ينقرض إلا حوالى خمسة فى المائة من الأنواع فى حدثنا هذا الخيالى . وبهذا ، إذا كان القتل عشوائيا ، فإن ٧٥ فى المائة من الأفراد يجب أن يُقتلوا ليسببوا انقراض خمسة فى المائة من الأنواع .

والرسالة الرئيسية من هذا التمرين هى أنه فى حالة القتل العشوائى يتزايد معدل الانقراض كلما انحدرنا لأسفل السلم التاكسونومى . ويكون معدل الانقراض صفرا عند مستوى ما مرتفع ، إلا بالطبع إذا كانت كل الكائنات الحية قد قُتلت . دعنى أتعجل القول لأشير إلى ما يحتمل أن قراء كثيرين قد لاحظوه من قبل : إن الأرقام التى

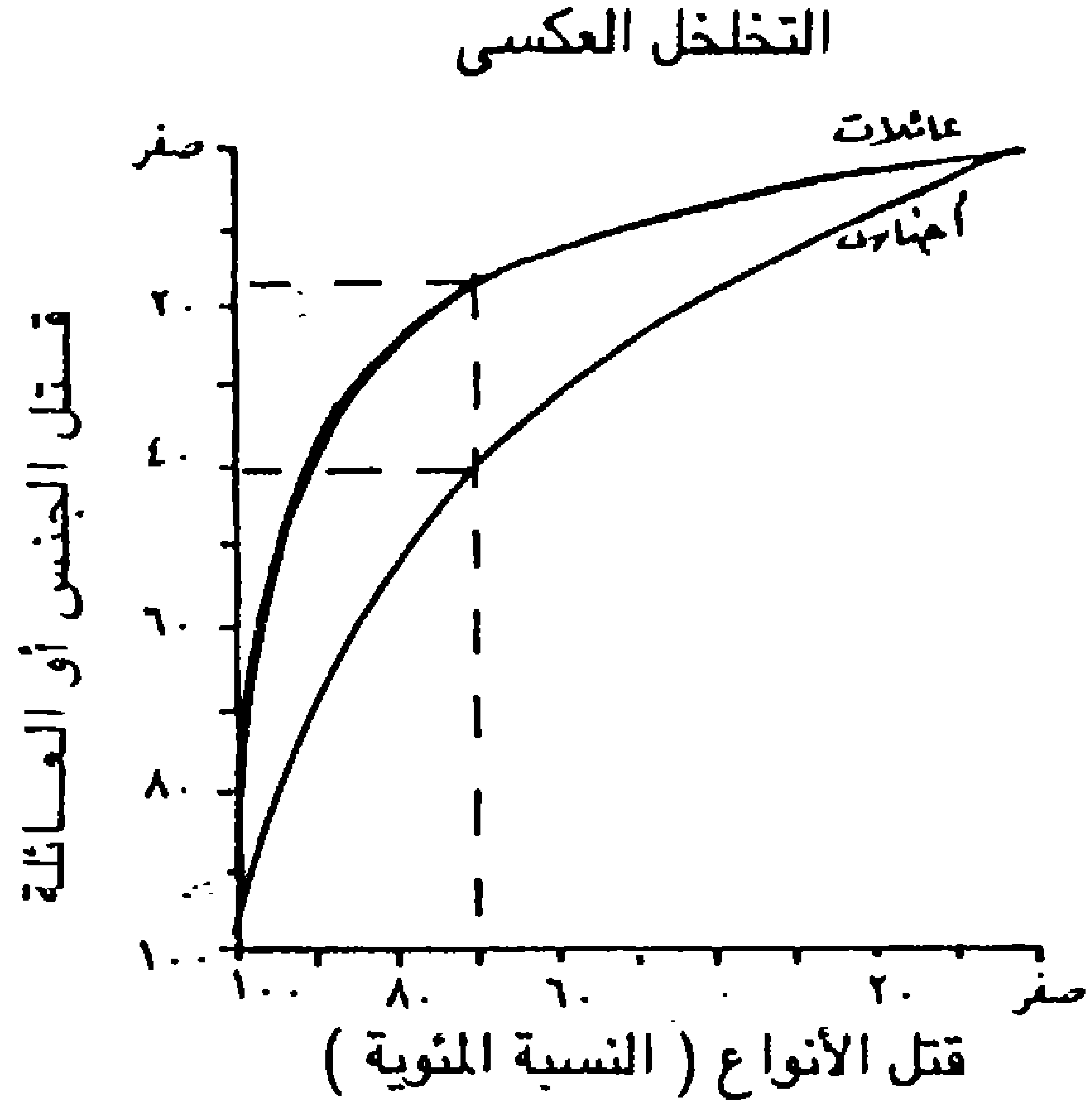
استخدمناها فى التجربة الفكرية أرقام غير واقعية . وكما تأكد لنا فى الفصل السابق ، فإن توزيع أحجام المجموعات فى الطبيعة يكون دائما ذا ميلان إذ أن المجموعات الصغيرة تكون هى الأكثر شيوعا .

وسيناريو ميدان ضرب الرصاص يمكن استخدامه مع أرقام واقعية ، ورغم أن الرياضيات ستصبح عندها معقدة إلا أن العلاقات التى بين معدلات الانقراض ستبقى فى جوهرها كما كانت من قبل . وشكل ٤ - ٢ يصور تكنيكا يسمى التخلخل العكسى . وهو مؤسس على افتراض أن الأنواع هى التى تُقتل عشوائيا وليس الأفراد . والمعطيات الخام لهذا التحليل تأتت من أرقام واقعية للأنواع والأجناس والعائلات فى مجموعات الكائنات الحية .

وشكل ٤ - ٢ يؤكد نمط تزايد معدل الانقراض عند النزول فى المستوى التاكسونومى . والواقع أن تقدير انقراض الأنواع عند ط - ث بمقدار ٦٥ - ٧٠ فى المائة قد أخذ عن هذا الشكل البيانى لأن سجل حفريات الأنواع جد منقوص بحيث لا يصلح لإجراء تعداد مباشر . بمعنى ، أن تقدير الأنواع يتأسس على أرقام الانقراضات عند المستويات الأعلى ، مع استخدام افتراض القتل العشوائى للأنواع (سيناريو ميدان ضرب الرصاص) .

وقد سمع الكثيرون من القراء أن ٩٦ فى المائة من كل الأنواع التى عاشت قرب نهاية العصر البرمى قد قتلت فى الانقراض الجماعى الكبير الذى حدث فى ذلك الوقت . وهذا الرقم قد تأتى من الرسم البيانى للتخلخل العكسى فى شكل ٤ - ٢ . ومن المحتمل

أن يكون فى هذا التقدير مبالغة ، لأن انقراض الأنواع ليس عشوائيا بالكامل وعندما يتركز الانقراض على أجناس وعائلات معينة ، فإن القتل يتركز على هذه المجموعات . وإذا استخدم التخلخل العكسى لتقدير معدل قتل الأنواع من معدلات قتل الأجناس أو العائلات ، فإن أى ابتعاد عن القتل العشوائى (ميدان ضرب الرصاص) سيؤدى إلى المبالغة فى تقدير قتل الأنواع .



• شكل ٤ - ٢ طريقة التخلخل العكسى وقد استخدمت لتقدير النسب المئوية للأنواع التى قتلت وذلك من تعداد الانقراضات عند المستويات التاكسونومية الأعلى . وكمثل (بالخطوط المتقطعة) ، فإن انقراض ٤٠ فى المائة من الأجناس يدل على نسبة انقراض للأنواع مقدارها ٧٠ فى المائة . وهذه الطريقة تستخدم افتراضا تبسيطيا بأن الأنواع يتم قتلها عشوائيا ، دون اعتبار لعضويتها فى جنس ما . وبالتالى ، فإنه يُفترض وجود سيناريو من نوع خالص من ميدان ضرب الرصاص ، والتنبؤات الناتجة لا تكون مضبوطة إلا بمدى ما يكون هذا الفرض قد تم إيفاؤه . وتقدير أن ما يصل إلى ٩٦ فى المائة من كل الأنواع قد قتلت عند نهاية العصر البرمى (روب ١٩٧٩) قد تأسس على هذا الرسم البيانى وعلى ملاحظة أن ٥٢ فى المائة من العائلات قد بادت » .

وأنا محرج بعض الشيء من الاستخدام الواسع لرقم ٩٦ في المائة للعصر البرمي لأني أنا المسئول عنه في مقال نشرته في ١٩٧٩ لأقدم فيه طريقة التخلخل العكسي . ورغم أن مقالي كان يحوي تحذيرات مسهبة بشأن فرض القتل العشوائي ، ورغم أني قلت أن تقدير ٩٦ في المائة هو بمثابة أقصى حد ، إلا أن كل الأفراد الكثيرين الذين استخدموا هذا الرقم قد أهملوا ذكر هذه التحذيرات . ولعلي في الحقيقة لم أبذل جهدا كافيا في التأكيد عليها . ومسألة النزعة الانتخابية في الانقراض هي كلها مسألة ذات تأثير حاسم بالنسبة لمشكلة الانقراض وسوف تُناقش فيما بعد في الفصول التالية .

حاشية عن القتل

دعوني أستطرد قليلا لأعلق على سيناريو ميدان ضرب الرصاص وكل هذا الحديث عن القتل . إن بروز الموت والقتل في هذا النقاش فيه ما يثير الكآبة بعض الشيء . ولكن هذا يترتب على ما ذكرته في الفصل الأول من محاولتي لأن أنظر إلى الانقراض كعملية أكثر نشاطا عما في النظرة التقليدية .

ومن الناحية الأخرى ، فقد طُرحت سيناريوهات عديدة للانقراض تتصف بأنها أهدأ من ذلك . وهي تتأسس على فكرة أن الانقراض يحدث لأن معدل الولادات يفشل في اللحاق بمعدل الوفيات . وهذا أمر مبهج للنفس من الناحية الجمالية ، ذلك أنه ما من أحد يتم قتله بالفعل – فالانقراض سببه فحسب نقص في العدد الكافي من الولادات . وما من أحد يصيبه أي أذى . ورغم أن هذا السيناريو يُعد بكل تأكيد أمرا ممكنا ، إلا أني أسلم بأن الناحية الرئيسية الجذابة فيه هي الناحية الجمالية – وهذا من المخاطر الشائعة في إنشاء النظريات العلمية .

وهذا يذكرنى بدوره بأن العديد من علماء الباليونتولوچيا قد طرحوا مؤخرا أن الانقراضات الجماعية ليست هكذا على الإطلاق - وأنها فحسب النتيجة السلبية لانخفاض ملحوظ فى إنشاء الأنواع الجديدة . وقد قُدم لدعم هذه النظرية توثيق يعد معقولا وإن كان ليس حاسما على الإطلاق ، على أنى أواصل شكى فى أن الحافز الدافع هنا - وربما باللاوعى - هو الرغبة فى تحاشى كل ما هو قتل . وسوف ننظر حقيقة هذا الأمر .

المدى الزمنى للانقراضات الجماعية :

هل استمر زمن انقراض ط - ث باقيا لعدة ملايين من السنين ، أم أنه انتهى بعد دقائق معدودة ؟ هذا سؤال محير مهم ، وأصدق إجابة عنه هى أننا لا نعرف .

وثمة خرائط كثيرة نشرت عن المدى الزمنى لخطوط سلالات الحفريات وهى خرائط تعطى الانطباع بأن انقراضات ط . ث كانت فورية ، لأن الخطوط التى ترسم خطوط السلالات التى انقرضت تتوقف فجأة عند حد ط - ث (مثلا خط سلالة الديناصورات فى شكل ١-١) . ولكن هذه الخرائط مبسطة تبسيطا هائلا ، وبالنسبة لمعظم خطوط السلالات ، فإن رسم الخط حتى حد ط - ث يعنى فحسب أن خط السلالة قد تم العثور عليه فى وقت ما من آخر وحدة زمنية يمكن التعرف عليها فى العصر الطباشيرى - وهذه عادة هى المرحلة المستريكتية ، أى آخر تسعة ملايين سنة . وخطوط السلالات يمكن أن تكون قد بادت فى أى وقت من ذلك الزمن ، وإذا كانت الانقراضات قد امتدت حقيقة عبر وقت طويل هكذا ، فإننا لا يمكننا أن نقول أن انقراض ط - ث كان حدثا فوريا .

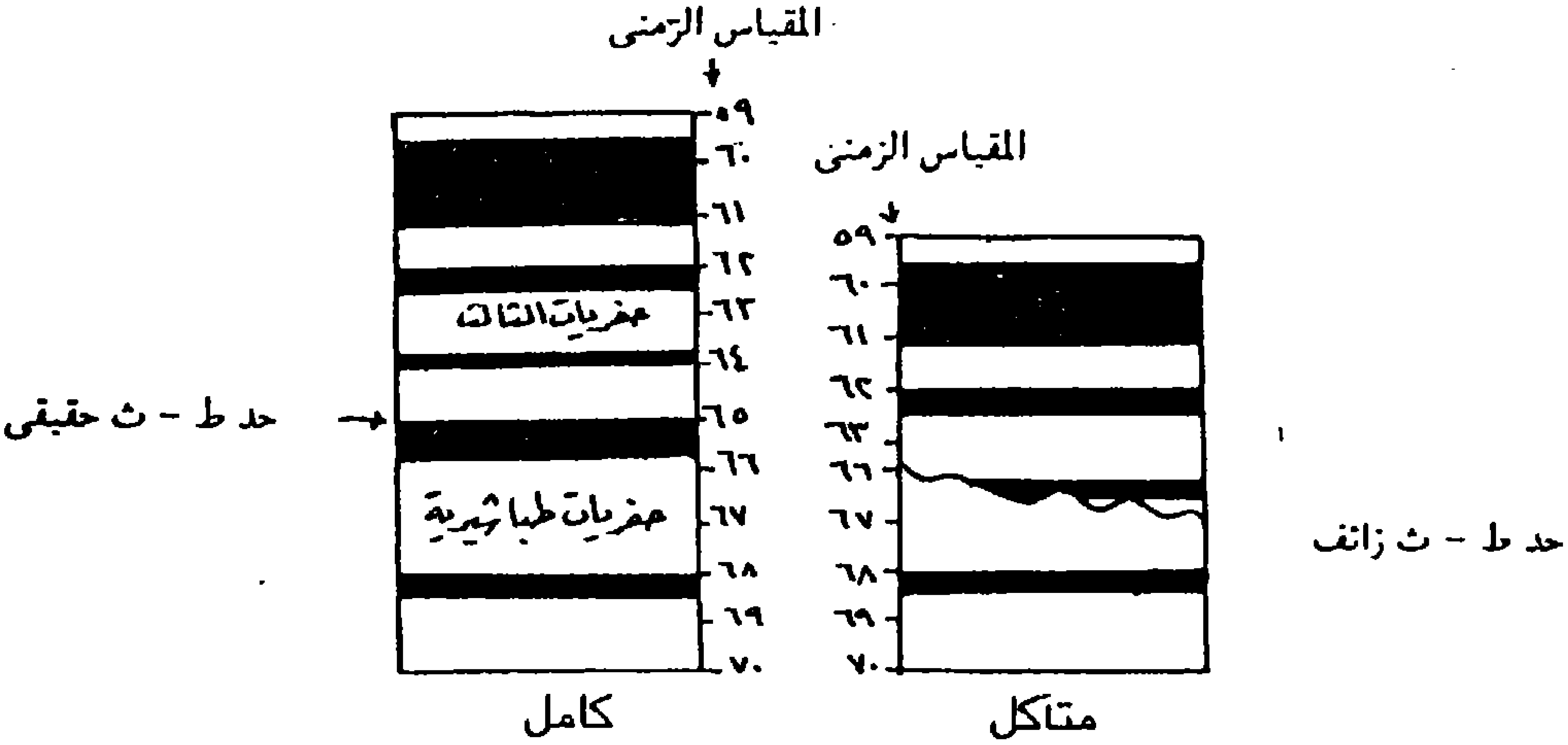
ويستطيع علماء الباليونتولوچيا فى نتوء صخرى واحد يتضمن حد ط – ث أن يجمعوا الحفريات بكثافة من كل سنتيمتر من الصخرة ليرو بالضبط أين تختفى الأنواع مع اقترابنا من الحد . ولو فعلوا ذلك فى مواقع كثيرة عبر العالم كله ، فإنهم فيما ينبغى سيتمكنون من حسم الجواب على السؤال عن المدى الزمنى للانقراض الجماعى . ولسوء الحظ فإن هناك مشاكل عملية عنيفة تعوق مثل هذا الجهد .

وكثيرا ما يكون التأريخ الچيولوچى غير أكيد بحيث لا يمكن للمرء الوثوق من أن الصخور التى فى مواقع مختلفة هى من نفس العصر . وحتى لو أمكن التعرف على حد ط – ث عند كل موقع – وهذا ليس من الممكن دائما – فإن الحد نفسه قد لا يكون من نفس العمر عند كل موقع . هب أنه عند أحد المواقع تكون الصخورالتى ترسبت خلال آخر مليونين أو ثلاثة ملايين سنة من العصر الطباشيرى قد تآكلت كلها قبل بدء الحقب الثالث – سيكون حد ط – ث الذى يُعرّف على أنه السطح العلوى للصخور الطباشيرية الأصغر فى العمر ، سيكون عندها أكبر عمرا بعدة ملايين من السنين عن العمر الفعلى لتحول ط – ث

ويوضح شكل (٤ – ٣) هذا المنطق . فعمود الصخر الذى إلى اليسار يمثل تعاقب زمنى كامل مع تناوب الشرائط السوداء والبيضاء التى تطرح تعاقب أنواع صخور مختلفة . وحد ط – ث الحقيقى ، عند ٦٥ ما ق زح ، يشير إليه السهم . أما العمود الذى فى اليمين فإنه يبين كيف قد يبدو نفس هذا التعاقب لو أن فترة تآكل وقعت قرب ٦٥ ما ق زح . والخط المتعرج يدل على السطح المتآكل للصخور الطباشيرية التى ترسبت عليها صخور الحقب الثالث . ولنلاحظ أن الشريط الأسود بين ٦٥ ، ٦٦ ما

ق زح الذى نراه فى العمود الأيسر قد انمحى بالكامل بالتآكل فى العمود الأيمن . وعندما بدأ الترسيب من جديد ترسبت صخور الحقب الثالث على السطح المتآكل . وكنتيجة لذلك ، فإن الحد بين أحدث ما ظل باقيا من الطباشيرى وأقدم ما ظل باقيا من الثالث جعل صخوراً من عصور مختلفة تتلامس . وبكلمات أخرى ، فإن صخوراً تكونت بعد نهاية الطباشيرى بزمن له اعتباره قد رست فوق صخور تم تكوينها قبل هذه النهاية بزمن له قدره . وبالتالى فإن العمود المتآكل يحوى حدا طباشيريا - ثالثيا ، ولكن عمر هذا الحد بملايين السنين ، عمر اصطناعى كنتيجة لعمق التآكل .

تأثيرات التآكل



(شكل ٤-٣) تعاقبان افتراضيان للصخور يبينان تأثيرات التآكل على موضع حد ط ث . فى التعاقب الذى إلى اليمين ، ضاعت ملايين عديدة من سنين السجل بعد نهاية العصر الطباشيرى ولكنها قبل بدء ترسيب الحقب الثالث . وكنتيجة لذلك فإن أول تشكيلات من الثالث قد استقرت على صخور ترسبت فى زمن يصل إلى مليونى سنة قبل نهاية العصر الطباشيرى . وفقدان هذا السجل يسبب عدم التأكد من أوقات انقراض خطوط السلالات الطباشيرية ، وقد توجد إحدى الحفريات عند حد ط - ث الزائف ولكنها ليست مما بقى حيا حتى الحد الزمنى الحقيقى .

ووجود الفجوات التآكلية وغيرها من الفجوات فى السجل الصخرى تجعل من الصعب علينا صعوبة بالغة أن نجمّع قدرا من المعطيات عالية فى جودتها بما يكفى لأن يمكننا من قول شىء أكثر من أن الانقراضات قد وقعت فى زمن ما قرب نهاية العصر الطباشيرى .

وثمة ملمح عجيب فى العديد من الانقراضات الجماعية ، وهو أنها تظهر فى أجزاء من العمود الچيولوچى يوجد فيها فجوات طويلة طولا غير معتاد . ويصدق هذا بعامة على انقراض ط – ث ، وهو حتى أكثر وضوحا بالنسبة للانقراض الجماعى البرمى . ونجد فى معظم أنحاء العالم أنه قد فقدت بالكامل فقرات كبيرة من أواخر السجل البرمى ، وكثيراً ما تكون مدة هذه الفجوات ثلاثة ملايين سنة أو أكثر .

ولا يبدو التعاقب البرمى مكتملا إلى حد معقول إلا فى الصين . (ومن الغريب أن الصين تضم جزءا مهماً من چيولوچيا العالم الشيقة) .

إن الانقراضات الجماعية الكبيرة عددها صغير ، وارتباط العديد منها مع فجوات طويلة قد لا يدل على شىء . ولكن إذا كان هذا الارتباط حقيقيا ، فإنه قد يكون مما سيخبرنا بشىء عن الأسباب . ومما يُطرح ، أنه لما كانت الكثير من هذه الفجوات ناجمة عن جفاف بحار داخلية ، فإن هذا يدل على أن الانقراضات ربما قد نتجت عن انخفاض كوكبى لمستوى سطح البحر . وسوف نستكشف أمر هذا الاحتمال فى فصل لاحق .

ووجود مباغتة فى وقوع الانقراض أمر قد يكون مما يصعب تقييمه حتى ولو فى تعاقب كامل . وإذا كان الحفاظ على الحفريات يحدث على نحو متقطع – وهذا هو الحال غالبا – فإن آخر نوع من الحفريات يظهر لنا قد لا يكون مما يسجل الوقت الفعلى للانقراض . فآخر ما يظهر من حفريات لا يخبرنا فى الحقيقة إلا بأن هذا النوع كان لا يزال حيا عند زمن آخر حفرية احتُفظ بها .

هيا نضرب مثلا لذلك . منذ سنوات معدودة حضرت مؤتمرا على ساحل بسكاى * . وقمنا برحلة ميدانية إلى مكتشفات عظيمة للطباشيرى – الثالثى : فى زومايا بأسبانيا ، وقرب بياريتز فى فرنسا . وكان هناك مجموعة ألمانية ظل تجمع الحفريات بغزارة طيلة سنوات ، وكان يقوم بذلك أيضا على نحو مستقل فريق آخر أمريكى ، وكان ثمة قضية خلافية حول ما إذا كانت الأمونيتات – وهى من الضحايا المهمة للانقراض الطباشيرى – قد بادت عند حد ط – ث ، أو فى وقت مبكر كثيرا عن ذلك . ولم يتم العثور على عينة أمونيت واحدة قريبا من الحد ، وكل العينات الباقية كانت توجد بعيدة أسفل الحد بما لا يقل عن عشرة أمتار . والعينة الوحيدة القريبة كانت فى حالة سيئة نوعا ، وقد جادل بعض الأفراد بأنها حفرية أقدم عمراً ترسبت أول الأمر فى زمن قديم قدما له قدره فى العصر الطباشيرى ، ثم تآكلت (كحصوة) وأعيد ترسيبها وبهذا ، يجوز المحاجة بأن الأمونيتات قد بادت وانقرضت قبل نهاية العصر الطباشيرى بزمن طويل .

إلا أن قائد الرحلة ، وهو أحد الباليونتولوچيين الألمان ، قدم زجاجة من أحسن أنواع البراندى الأسبانى كجائزة لأى فرد يمكنه أن يعثر على إحدى الأمونيتات خلال مسافة الأمتار العشرة من حد ط – ث . وفيما يعرض فإن هذا الحد فى صخور بسكاى جد واضح وحاد ، ويمكن التعرف عليه بالتغير المفاجىء فى لون الصخور وتركيبها . وقبل انبلاج الصبح وجد واحد من المجموعة بالفعل عينة أمونيت ممتازة موجودة فى الداخل تماما من حد الأمتار العشرة . إن سنوات من العمل الشاق فى جميع العينات بواسطة عدد قليل من علماء الباليونتولوچيا المتفانين لم تمكنهم من التوصل إلى ما استطاعت أعين كثيرة مدربة أن تجده فى ساعتين لاغير ، وذلك عندما عُرض الحافز الكافى . وأصبح من الواضح الآن من هذا الكشف ومن كشوف أخرى على ساحل بسكاى ، أنه يمكن العثور على العديد من عينات الأمونيتات بما يصل مباشرة إلى حد ط – ث . إلا أن الاستفادة من دراسة مكثفة هكذا أمر لا يحدث إلا فى مواقف معدودة .

---

* خليج بسكاى عند الساحل الغربى لفرنسا وأسبانيا على المحيط الأطلسى . (المترجم)

ولدى الكثيرين من علماء الباليونتولوچيا آراء قوية بشأن قضية المدى الزمنى للانقراضات الجماعية . على أننا نجد أن العلماء ممن يتصفون بالتمكن والأمانة عندما ينظرون إلى نفس المعطيات يصلون إلى استنتاجات متعارضة . وفى رأى أنا ، أنه بالنسبة لمعظم الحالات يكون القتل المفاجىء هو أحسن تفسير للحقائق . على أنى قد أكون أسير تحيز لا شعورى . ويعتمد الكثير على أى جانب من جانبى القضية يكون عليه عبء الوصول إلى البرهان - فالمشاهدات يمكن تحليلها بحيث تتلاءم إلى حد معقول مع أى من الجانبين . وعلى أى حال ، فأنا سوف أواصل الإشارة إلى الانقراضات الجماعية على أنها « أحداث » متقبلا ما يتضمنه ذلك من أنها كانت مفاجئة وقصيرة المدى .

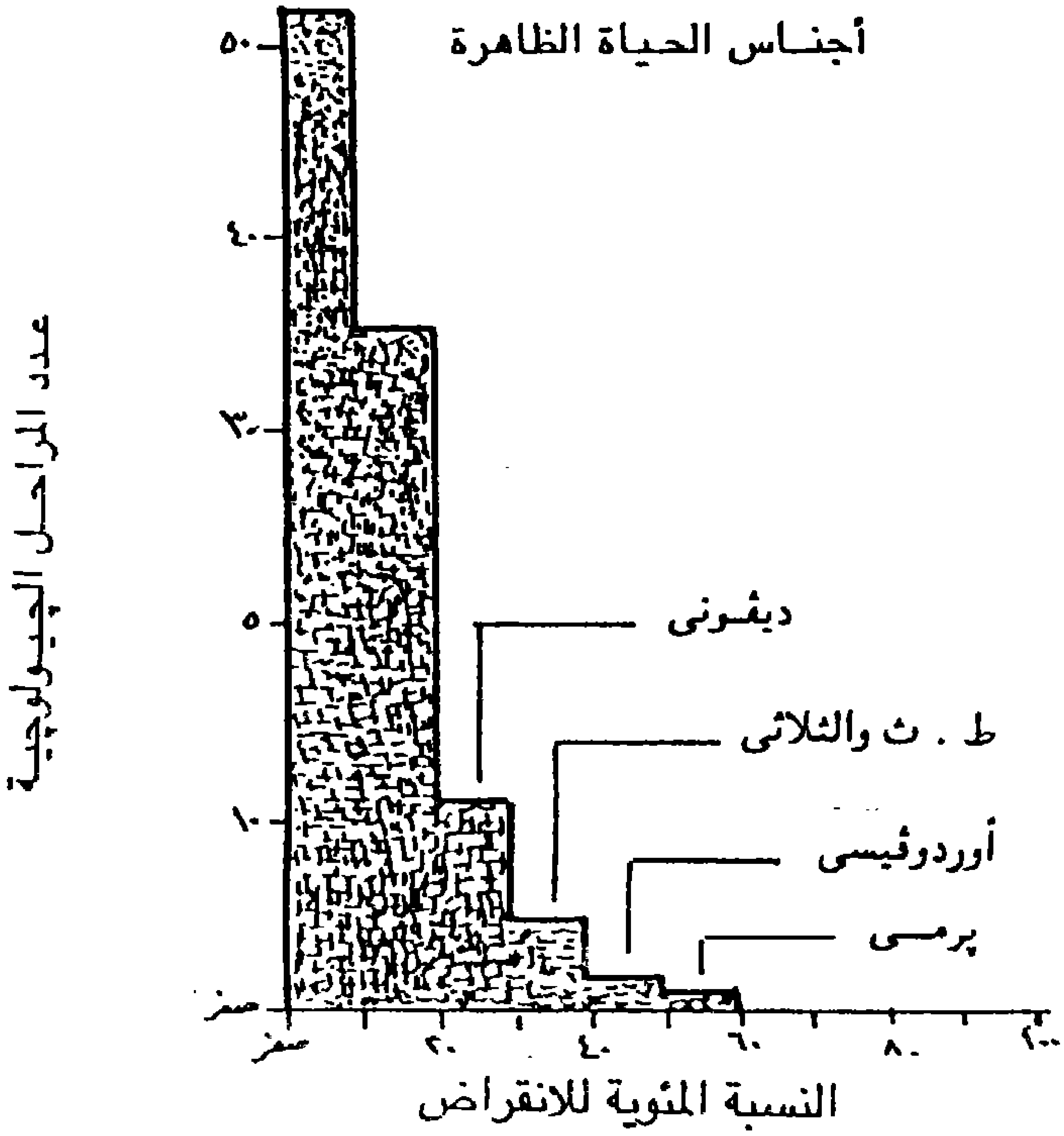
هل الانقراضات الجماعية تختلف عن انقراضات الخلفية ؟

يُنظر تقليديا إلى تاريخ الحياة على أنه إلى حد ما تدفق مطرد من التغير يقطعه أحيانا تسارع أكثر حيوية . والانقراضات الجماعية تبدو وكأنها ناتئة عن السياق الطبيعى للتاريخ . ولكن هل هذا التميز حقيقى ؟

إن أحد أوجه القياس بالمماثلة التى فى نطاق خبرتنا هو المماثلة بالإعصار ، فالإعصار بلا ريب أمر يختلف عن السياق العام للطقس الجوى . والناس الذين يعيشون فى جزر الهند الغربية أو اليابان يمكنهم سرد التاريخ الحديث للأعاصير فى تلك المنطقة . ولكن هل الأعاصير تتميز حقا عن العواصف الأخرى العنيفة ؟ إن « الإعصار » يُعرّف رسميا بأنه زوبعة حلزونية استوائية ذات حركة دوارة ملحوظة ورياح سطحية متواصلة سرعتها على الأقل ٦٤ عقدة (٦٣ ميلاً للساعة) . أما بالنسبة للرياح الأقل شدة ، فإن الاضطراب نفسه فى الجو يسمى « عاصفة استوائية » (٣٤ - ٦٣ عقدة رياح) ،

وهذه تنحدر شدة إلى سلسلة من الزوابع الحلزونية الأخف : « المنخفض الاستوائى » الذى تصحبه رياح سطحية سرعتها أقل من ٣٢ عقدة ، « والاضطراب الاستوائى » الذى ليس له رياح قوية ولكنه ما زال له بنية زوبعة حلزونية منتظمة إلى حد معقول . ونحن عندما نصنف هكذا نخلق مظهراً لوجود تقطعات حيث لا يوجد أى تقطع .

ويبين (شكل ٤-٤) رسما بيانيا نسجياً للتباين فى شدة الانقراض عبر الستمائة مليون سنة الماضية . ولعمل هذا الرسم البيانى رُتبت فى قائمة النسب المئوية لأجناس حيوانات الحفريات البحرية التى انقرضت فى كل فترة من الفترات الزمنية التى تم التعرف عليها . ولنلاحظ أولا أن هذا الرسم البيانى ذو ميلان ، حيث الانقراض القليل الشدة هو الأكثر شيوعا . والذيل الممتد إلى اليمين يحوى الانقراضات الجماعية الكبيرة . ويبين الرسم البيانى النسجى بوضوح أن الانقراضات الجماعية هى مجرد أحد الطرفين فى توزيع سلس إلى حد ما .



(شكل ٤-٤) ، رسم بيانى نسـجى لشـدة انقـراض الأجناس الحـفرية فى ١٠٦ من الفترات الزمنية (مراحل چيولوچية أو أجزاء من مراحل) . والتوزيع فيه ميلانٌ كبير ، حيث ٥٢٪ من هذه الفترات بها انقراض بنسبة أقل من ١٠٪ . والرسم البيانى النسـجى يتدرج بسـلاسـة من المسـتويات المنخـفـضـة للانقـراض « التى تسـمى انقراض الخلفـيـة » إلى الانقراضات الخمسة الكبار (المعنونة) . وهذا يطرح أنه لا يوجد تقطع بين الانقراضات الصغيرة والكبيرة . (عن معطيات أمد بها ج . ج . سيبكوسكى الصغير) .

والسبب فى أن الخمسة الكبار تبدو وكأنها تبرز كشىء خاص هو ندرة الانقراضات التى بهذه الشدة . ولكن ليس من شىء خفى بشأن ندرتها هذه . فالكثير من الظواهر الطبيعية – كالعواصف الشديدة ، والزلازل ، وثورة البراكين ، والجفاف – تتوزع فى الزمان بنفس الطريقة : فالأحداث الصغيرة شائعة والأحداث الكبيرة نادرة . وعند طرف

الشدة الأعلى نجد أمثلة قليلة وتبدو هذه القلة كشيء خاص . وأعتقد أن هذا هو ما يولد المدرك العام عن الانقراض الجماعي كشيء مختلف .

وعندما نجابه مشكلة من هذا النوع في منظومات أخرى ، نجد أن أحسن الحلول هو إلى حد كبير الحل الذي يتخذه مهندسو الأنهار وعلماء الهيدرولوچيا * للتعامل مع الفيضانات . فهم أولا يجمعون كل السجلات المتاحة لمعدل تدفق النهر . ثم إنهم ينظمون هذه السجلات بحيث يمكن التعبير عن درجة الشدة بأنها مستوى الفيضان الذي يتم التساوي به أو الزيادة عليه (في المتوسط) عند كل عدد معين من السنين . وبالتالي ، فإن فيضان السنوات العشر هو ذلك الذي يحدث (في المتوسط) كل عشر سنوات ، وفيضان المائة سنة كل مائة سنة ، وهلم جرا . وهذه الفترة الزمنية التي تسمى عادة « زمن المعاودة » أو « زمن الترقب » ، هي طول المدى الزمني الذي يمكن للمرء أن يتوقعه وهو يترقب مستوى معين من الفيضان . وهذا النظام يصلح لأي ظاهرة تصبح فيها الأحداث أندر كلما كانت أكبر . وهذا بالضبط هو ما نجده في الانقراض .

وعلماء الهيدرولوچيا يستخدمون تكنيكاً يسمى إحصائيات القيم القصوى ليخمنوا على نحو ذكي أزمنة الترقب التي تتجاوز مدى السجلات التاريخية المتاحة - كزمن الترقب لفيضان الألف عام حينما لا يكون مسجلاً إلا مائة عام من مستويات النهر . وهذه التقديرات لا تتصف بالكمال ، ولكن محاولة ذلك أمر مهم - حيث سنجد أن التنبؤات ، حتى وإن كانت سيئة ، أفضل من لا شيء .

ونحن لدينا بالنسبة للانقراض سجل جيد للستمائة مليون سنة الماضية ، وبالتالي فإنه يمكننا أن نعرّف بثقة مستوى انقراض العشرة ملايين سنة والثلاثين مليون سنة . وانقراض ط - ث يثبت في النهاية أنه حدث المائة مليون سنة . والانقراض الذي عند نهاية العصر البرمي قد يكون حدث الستمائة مليون سنة ، لأننا ليس لدينا إلا انقراضاً

* الهيدرولوچيا : علم بحث خواص المياه وظواهرها وتوزعها فوق سطح الأرض وفي التربة وتحت الصخور وفي الجو . (المترجم)

واحداً من هذا النوع على مدى ٦٠٠ مليون سنة . ولعله قد يكون حدث البليون سنة . ومن الممكن أيضا أن يكون الانقراض البرمى حدث المائتى مليون سنة لا غير ، وأننا كنا محظوظين إذ لم يحدث إلا انقراض واحد من هذا النوع فى ٦٠٠ مليون سنة . وعندما تكون فترات الترقب مقاربة لطول زمن السجل ، تصبح التقديرات كاللعب بالنرد .

حاولت ذات مرة تطبيق إحصائيات القيم القصوى على معطيات الانقراض ، فتساءلت « كم عدد المرات التى ينبغى أن نتوقع فيها انقراض كل الأنواع على الأرض ؟ » ولم أثق كثيرا فى النتائج التى ظهرت ، إلا أنها على الأقل كان فيها ما يبعث على الراحة : فالانقراضات التى تكفى شدتها لإفناء كل الحياة ينبغى أن يكون متوسط تباعدها زمنيا بما يزيد عن ٢ بليون سنة زيادة لها قدرها .

منحنى القتل :

(شكل ٤-٥) شكل « لمنحنى قتل » (وهو من ابتكارى حيث يمكنك أن تعرف ذلك من الاسم) ، ويوصّف المنحنى متوسط معدل قتل الأنواع لسلسلة من أزمنة الترقب . وقد تم إنشاء المنحنى على مستوى الأنواع باستيفاء المعطيات من حوالى ٢٠ ٠٠٠ سجل انقراض للأجناس .

والأحداث التى نسميها انقراضات جماعية موجودة فى أعلى منحنى القتل ، فى حين أن ما نسميه بانقراض الخلفية موجود على مقربة من الزاوية السفلى إلى اليسار من المنحنى . وليس هناك ما يدل على أى تقطع فى المنحنى بما يبرر توصيف الانقراضات الجماعية على أنها شيء يختلف عن الانقراضات الأقل شدة . ولو كان هناك تقطع من هذا النوع - وربما يكون له وجود - فإن سجل حفرياتنا لا يظهره .

لنلاحظ أننا نجد فى منحنى القتل أن معدل الانقراض بالنسبة لفترة الترقب التى من ١٠٠ ٠٠٠ سنة (المعنونة برقم ١٠ للأس الخامس) وللفترات الأقل زمنا من ذلك ،

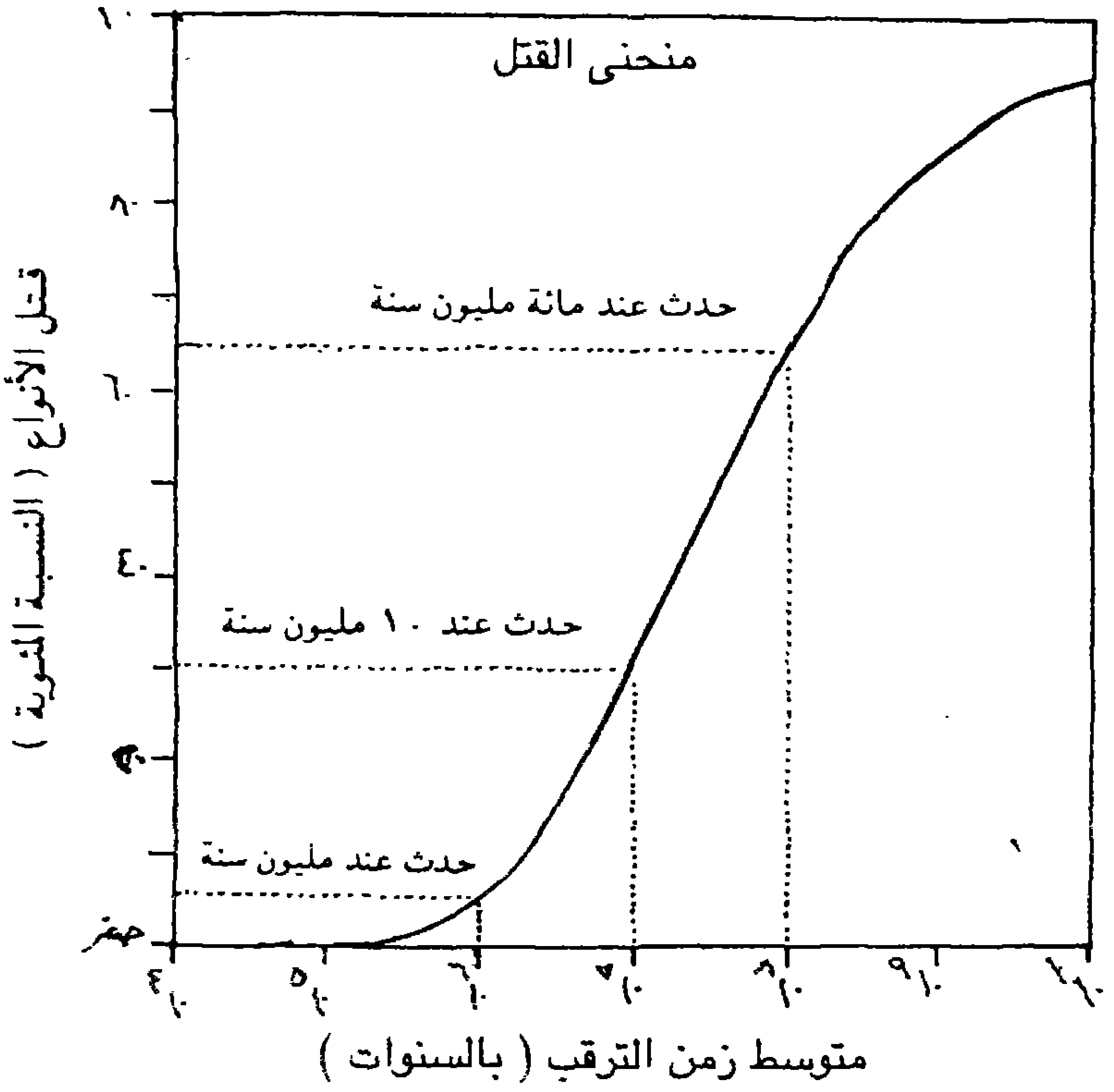
هو معدل تافه بما يمكن إهماله . ويعنى هذا أن الفترة النمطية التى من مائة ألف سنة لا يُخبر فيها أى انقراض تقريبا ، تماما مثل فترة أسبوع نمطى فى حياة أحد الأشخاص حيث لا يحدث فيها أى عواصف شديدة أو زلازل كبيرة . وبالطبع فإن منحنى القتل لا يتنبأ بالزمن الذى سيقع فيه انقراض جماعى ، وهو فقط يخبرنا بالاحتمال المتوسط لواقعة فى فترة زمنية معينة .

وأهم رسالة تصلنا من منحنى القتل هى أن الأنواع تكون فى معظم الوقت معرضة بنسبة منخفضة لخطر الانقراض (الجزء الأدنى من المنحنى) . وهذا الحال من الأمان النسبى مقطوع عند فترات نادرة بنسبة خطر انقراض أعلى بدرجة هائلة . إنها فترات طويلة من الضجر تقطعها أحيانا فترات هلع مفاجىء . وأى تفسير لأسباب الانقراض يجب أن يتلاءم مع هذا النمط حتى يصبح تفسيرا معقولا .

تناولت فى هذا الفصل نقاط معدودة حاسمة بالنسبة لذلك الأمر المعقد ، أى تعريف وتوصيف الانقراضات الجماعية . ولا ريب أن الانقراضات الجماعية موجودة حقيقة فى تاريخ الحياة حتى وإن كانت مما يصعب قياسه وحتى إن كان ثمة فجوات فى معرفتنا ، مثل تساؤلنا عما إذا كانت الانقراضات الكبير تدوم زمنا قصيرا أو طويلا . ويبدو أن أحجام الانقراضات تتدرج على نحو لا يُحس به لتنحدر من الانقراضات الكبرى ، مرورا بالانقراضات الأقل شدة ، حتى تصل إلى ما يسمى بانقراضات الخلفية . وبالتالى ، لا يمكننا تعريف الانقراض الجماعى إلا إذا اتفقنا على حد قاطع تعسفى ، مثل نسبة مئوية من ٦٥٪ لقتل النوع ، أو إذا اتفقنا على زمن ترقب تعسفى ، مثل مائة مليون سنة .

وحتى عندما نتقبل أن الانقراضات الجماعية لا يمكن تعريفها إلا بقواعد تعسفية ، إلا أنه قد يظل هناك تقطعات مهمة فى العواقب البيولوجية للانقراض . ولعل هناك مستوى لقتل الأنواع يحدث عند المستوى الأعلى منه أن تنهار البنية الأساسية للمنظومات

الايكولوچية بما يفجر عواقب تطورية مهمة لا تنتج بتراكم المقتلات الأقل شدة . ويمكن للمرء أن يبتكر سيناريوهات شيقة ومعقولة من هذا الضرب ، وإن كانت سيصعب توثيقها بسبب ما نحن عليه الآن من وضع معرفى . وسوف أعود لهذا المبحث فى فصل لاحق .



شكل (٤-٥) منحنى للقتل يلخص تاريخ انقراض الأنواع فى الكائنات الحية البحرية عبر الستمائة مليون سنة الماضية (دهر الحياة الظاهرة) . ويبين المنحنى متوسط مباعدة (زمن ترقب) الأحداث بالنسبة للانقراضات ذات الشدة المختلفة . وكمثل فإن قتل الأنواع بنسبة ٥٪ يحدث تقريبا كل مليون سنة (١٠ إلى الأس السادس) . والانقراضات الخمسة الكبرى هى أحداث لكل مائة مليون سنة تقريبا (مع احتمال استثناء الانقراض البرمى) وهى تقتل فى المتوسط ٦٥٪ من كل الأنواع . (مؤسس على معطيات أمد بها ج . ج . سيبكوسكى الصغير) .

مراجع ومصادر لمزيد من القراءة

SOURCES AND FURTHER READING

Alvarez, L. W., W. Alvarez, F. Asaro, and H. and H. V. Michel. 1980. Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction. Science 208:1095-108. The original research article proposing comet or asteroid impact as the cause of the K-T mass extinction.

Gore, Rick. 1989. What caused the earth's great dyings? National Geographic 175(June) : 662-99. An elaborate and authoritative treatment of mass extinctions.

Gumbel, E. J. 1957. Statistics of extremes. New Yerk: Columbia University Press. A heavy mathematical treatment of the problem of predicting rare events.

Raup, D. M. 1979. Size of the Permo-Triassic bottleneck and its evolutionary iMplications. Science 206:217-18. A research article concluding that up to 96 percent of all species were killed in the Permian mass extincion.

Raup, D. M. 1991. A kill curve for Phanerozoic marine species. Paleobiology 17:37-48. A research article deriving the kill curve of Figure 4-5.

Raup, D. M., and D. Jablonski, eds. 1986. Patterns and processes in the history of life. Berlin : Springer-Verlag. A collection of research articles from a Dahlem conference held in Berlin in June 1985.

Raup, D. M., and J. J. Sepkoski, Jr. 1984. Periodicity of extinctions in the geologic past. Proceedings of the National Academy of Sciences 81:801-5. The rescarch arricle claiming that extinction events are evenly spaced in time.

Sepkoski, J. J. Jr. 1986. Phanerozoic overview of mass extinction. In Patterns and processes in the history of life. 277-95 (reference given above). The source for Figure 4-1.

الفصل الخامس

انتخابية الانقراض

إحدى القضايا المحورية فى مسألة چينات سيئة / حظ سيء هى قضية ما إذا كانت الانقراضات ذات نزعة انتخابية . هل يتم اختيار الضحايا عشوائيا من مجموع التنوع الحيوى - أى أن الضحايا لا يتم اختيارها حسب ما تستحق - أو أن هناك كائنات حية معينة أو مواطن معينة تتعرض للخطر باحتمالات أكبر من غيرها ؟ هل هناك أنواع لديها مناعة ضد الانقراض ، وإذا كان الأمر كذلك ما هى طبيعة هذه المناعة ؟ إن سيناريو ميدان ضرب الرصاص الذى ناقشناه فى الفصل الرابع يفترض وجود العشوائية بالكامل . ولو عرفنا إلى أى مدى يقترب هذا من الحقيقة سوف نعرف عن الانقراض وأسبابه معلومات أكثر كثيرا . كما أن قضية الانتخابية لها أيضا تأثير واضح فى الدور الذى يلعبه الانقراض فى التطور . وكلما كان الانقراض أقل عشوائية زاد تأثيره فيما ينبغى على سياق التطور ، سواء كان تأثيرا طيباً أو سيئا .

الحرب الخاطفة للعصر الجليدى :

أدخل الأسبانيون الخيل فى العالم الجديد فى القرن السادس عشر ، وتجرى الحكايات بأن هذه الحيوانات الضخمة قد أحدثت انطباعا له قدره فى الهنود . ولكن الخيل فى الحقيقة لم تكن جديدة على أمريكا الشمالية ، فالخيل لها تاريخ طويل هناك ، ولكنها محيت من الوجود قبل وصول الأسبان بآلاف عديدة من السنين . ونحن نعرف من براهين حفرية أن أمريكا الشمالية والجنوبية كان فيهما منظومة حياة حيوانية

من الثدييات الكبيرة هى منظومة كاملة التطور وتشمل الخيل ، وأن هذه المنظومة الحيوانية ظلت باقية خلال معظم التثليج البليستوسينى * . وقد اختلطت الخيل بحيوانات الماموث * والماستودون * والقطط السيميتارية * (ذات الناب السيف) وكسلانات * الأرض العملاقة . ولو أن هذه الحيوانات ظلت باقية للآن لكانت حدائق حيواناتنا حقا حدائق عجيبة ، وأقرب ما يمكننا التوصل إليه هو ما يعرض فى المتاحف من هياكل عظيمة ركبت للعرض ، خاصة فى متحف پيچ الذى يقع فى طرف حُفر القار فى لابريا ، فى لوس أنجلوس .

وانقراض الثدييات البليستوسينية هو مثل جيد للانتخابية ، ولما كان الزمان يتحدد تحددا جيدا باستخدام الكربون - ١٤ ، فإن لدينا توقيت زمنى لهذا الانقراض أضبط إلى حد بعيد مما لتوقيت الانقراضات الأقدم . والانقراضات تُظهر أنماطا شيقة بالنسبة للزمان والمكان . وكمثل ، فإن قارتى أمريكا هما واستراليا ومدغشقر قد أصابتهم ضربة انقراض كانت أقسى كثيرا مما فى المناطق الأخرى . كما أن الانقراضات لا تكون متزامنة . فالجرابيات * الضخمة اختفت من استراليا قبل نظيراتها فى أمريكا الشمالية

---

* عصر البليستوسين سادس عصور حقب الحياة الحديثة ، انقرضت أثناءه الثدييات العظيمة وبزغ فجر الحضارة الفكرية والصناعية . ويتميز هذا العصر بكثرة الجليد الذى طغى مرارا على أجزاء شاسعة من سطح الأرض . وكانت بدايته منذ حوالى مليون سنة . (المترجم)

* الماموث : نوع منقرض من الأفيال . (المترجم)

* الماستودون : حيوان بائد من أشباه الفيل . (المترجم)

* سيميتارية : تشبيه بالسيميتار أى السيف المعقوف ، وهى قطط يبرز نابها خارج فكها كالسيف الأحدب . (المترجم)

* الكسلان : حيوان أدرد يعيش حاليا فى غابات أمريكا الجنوبية . (المترجم)

* الجرابيات الحيوانات التى تحمل وليدها فى جراب كالكنجرو . (المترجم)

والجنوبية بآلاف عديدة من السنين ، وانقراض الليمورات * العملاقة من مدغشقر وقع بدوره فى وقت آخر . والماموث الصوفى باد عند حوالى ١٨٠٠٠ سنة ق زح (قبل الزمان الحالى) فى الصين ، وباد حوالى ١٤٠٠٠ سنة ق زح فى بريطانيا ، وعند ١٣٠٠٠ سنة ق زح فى السويد ، وفى وقت ما بعد ١٢٠٠٠ سنة ق زح فى سيبيريا . وكان الكثير من هذه الانقراضات ، انقراضات بالكامل (مثل انقراض القطط ذات الناب السيف) ، بينما وقعت انقراضات أخرى فى قارة واحد فحسب أو قارتين (مثل انقراضات الخيل والجمال) ، تاركة هذه الحيوانات لتبقى حية فى الأماكن الأخرى .

ونجد فى أمريكا الشمالية أن التوقيت الكربونى للانقراض البليستوسينى يتركز حول مدى ضيق من ١٠٨٠٠ إلى ١١٠٠٠ سنة ق زح (٨٨٠٠ - ٩٠٠٠ ق . م) وهذا توقيت يقع بعد زمن قصير من أقدم برهان جيد على توطن الإنسان فى أمريكا الشمالية (الحضارة الكلوفيسية) ، وتبين بعض المواقع الأثرية أن الإنسان القديم كان يصطاد حيوانات الماموث الكبيرة ويذبحها . وقد أدى وجود هذه المواقع إلى نشأة ما يسمى بنظرية الحرب الخاطفة ، أى النظرية التى تفسر الانقراضات بأنها نتيجة الإفراط فى القتل على يد الصيادين البشر . وفى نموذج الحرب الخاطفة يتم تفسير الاختلافات الجغرافية وعدم وجود التزامن بأنها قد نتجت عن الأنماط البشرية لاتخاذ المثوى . فالمناطق التى حدث فيها اتخاذ المثوى لزمن طويل مستمر مثل آسيا وأفريقيا تُظهر انقراضا أقل شدة عما فى المناطق التى أحتلها البشر متأخرا وبما يكاد يكون فجائيا ، مثل أمريكا الشمالية .

ونظرية الحرب الخاطفة نظرية مثيرة للخلاف ، وقد كُتب الكثير فى تأييد كلا الجانبين.

* الليمور : حيوان من فصيلة القردة ذات الذيل الطويل . (المترجم)

وأكثر من تكلم فى صفها بفصاحة - وأكثر من حللها تحليلا دقيقا - هو پول مارتن بجامعة أريزونا . وقد كتب مارتن بإسهاب عن هذه المشكلة وحرص دائما على عرض الآراء المتعارضة .

ورغم أن أفراداً كثيرين (ليس منهم پول مارتن) قد أطلقوا على إبادة الثدييات فى العصر البليستوسينى أنها انقراض جماعى ، إلا أنه لم يكن انقراضا واضحا على هذا النحو . ذلك أن الخسائر الدرامية اقتصرت على الثدييات ، وعلى بعض الطيور الكبيرة التى لا تطير وعلى مجموعات أخرى معدودة . ولم يحدث أى شىء غير عادى للحيوانات البحرية . ولا يمكن لأى فرد أن يرى فى هذا الحدث أى مشابهة ولو من بعيد لانقراض ط - ث الجماعى أو للانقراضات الأخرى من الخمسة الكبار ، اللهم إلا إذا كان هذا الفرد واحدا من أشد أعضاء الثدييات تعصبا - أى منا نحن البشر . ومع كل ، فإن الزوال المفاجىء لمعظم العاشبات واللاحمات الكبيرة فى مناطق قارية واسعة لابد وأن له تأثيرات جوهرية فى بعض المنظومات الايكولوچية الأرضية .

انتخابية الحرب الخاطفة :

انقراض العصر الجليدى كان انتخابيا فى أنه أثّر فى الثدييات تأثيرا أكبر كثيرا مما فى الكائنات الحية الأخرى ، وفى أن معدلات الانقراض كانت أعلى إلى حد كبير بين الثدييات الكبيرة عنها بين الثدييات الصغيرة . والحد الفاصل للتمييز بين الثدييات الكبيرة والصغيرة هو تقليديا حد يفترض عند وزن ١٠٠ رطل (٤٤ كجم) لجسد الكائن البالغ .

والانتخاب بالحجم أمر يمكن رؤيته بين الأجناس ، كما يرى أيضا بين الأنواع .

والأرقام التالية هى عن ثدييات أمريكا الشمالية .

	العدد الذى كان يعيش قبل الانقراض	العدد الذى مات	النسبة المئوية لما مات
حيـوانات صغـيرة			
أنــواع	٢١١	٢١	١٠٪
أجناس	٨٣	٤	٥٪
حيـوانات كبيـرة			
أنــواع	٧٩	٥٧	٧٢٪
أجناس	٥١	٣٣	٦٥٪

والنسب الأعلى فى الحيوانات الكبيرة نسب مذهلة حقا ، وعدد العينات كبير بما يكفى لأن يصبح فى الإمكان اختبارها احصائيا . ويبين هذا الاختبار أن رجحان كفة الانقراض بين الثدييات الكبيرة أمر لا يحتمل أن يرجع لمجرد الحظ (حظ سىء) . ويبدو أن الحجم الكبير هو حقا مما يجعل ثدييات اليابسة عرضة لاحتمال خطر الانقراض بقدر أكبر كثيرا . وكما لاحظنا من قبل ، فإن السبب كما يعتقد پول مارتن وآخرون هو الإفراط فى الصيد على يد أفراد البشر فيما قبل التاريخ .

إذا كانت نظرية مارتن صحيح فإن الانقراض البليستوسينى ، بما فيه من عامل التدخل البشرى ، ربما لا يساعد كثيرا فى حل مشكلة الانقراضات الأكثر عمومية .

أمـا الراحل روبرت مكارثر ، الذى كـان عـالما نابهـا فى الايكولوچيا الجـغـرافـيـة فى برنستون ، فقد كتب ذات مرة أن الإنسـان هـو النوع الوحيد الذى لديه من الذكاء وقدرة التركيز ما يكفى لأن يسبب بالافتراس لاغير انقراض نوع آخر انقراضا كاملا حتى إذا كان النوع الفريسة واسع الانتشار جغرافيا .

وقد اتخذ الكثيرون من علماء الباليونتولوچيا موقفا مـعارضا من نظرية الحرب الخـاطفـة . ويتـخـذ نقـد النظرية عـمـومـا شـكلين . والأول هـو الارتيـاب فى التـأريخـات الچيولوچية التى لها تأثير حـاسم فى القـضـيـة . فالتـأريخ بالكربون المشع ، مـثل كل عمليات التوقيت المبنية على النظائر المشعة ، عرضة للخطأ ولتباين التفسيرات . وبالتالى ، فإن ثمة جدلا مـشروعا كثيرا ما يصـاحب الاسـتنتـاجات الخلافية التى تتـأسس على التأريخ بالكربون المشع . والكثير من محاجة مارتن يعتمد على تأريخات للإنسان القديم فى أمريكا الشمالية .

أما الهجوم الثانى على نظرية الحرب الخـاطفة فيحاج بأن عدم استقرار المناخ هو السبب الأكثر احـتمالا للانقراض . ووقوع ذوبـان شـامل لألواح الجليـد يسبب ارتـفـاع مـستـوى سطح البـحـر وتجـفـيف البـحـيرات الجليـدية . ويمكن للاضطراب الايكولوچى الناجم عن ذلك أن يكون بقدر أكبر مما تحتمله الثدييات الكبيرة . والحـقيقة أن البعض قد استخدم هذه الحجة لتفسير التزامن الواضح فى توقيت وقوع الانقراضـات ووصول أفراد البشر إلى أمريكا الشـمالية ، وذلك بملاحظة أن الأمر الذى أدى إلى إمكان وقوع الهجرة البشرية قد يكون حدوث تحسن فى المناخ .

والحجة المناخية تبدو لى دائمـا كحجة تتـأسس إلى حد مـا بنـاء على توجه مسبق ، وهى بلا ريب لا تبدو لى بارعـة وبسيطة مـثل نظرية الإفـراط فى الصـيـد . إلا أن نظرية

الحرب الخاطفة تُنتقد أيضا على أساس أنها أبسط مما ينبغى . وحسب خبرتى فإن عدد الأفراد الذين ينادون بأن « المشاكل العلمية نادرا ما تكون لها إجابات بسيطة » هو نفس عدد من ينادون بأنه « حيثما يكون ثمة مجال للاختيار ، فإن التفسيرات البسيطة هى التى يحتمل أكبر الاحتمال أن تكون صحيحة » . والمقولتان كلتاهما تتسم بنزعة خطابية أكثر منها تحليلية ، ويكره المرء أن يراهما تستخدمان كمحاجات مع إحدى النظريات أو ضدها .

حجم الجسم وانقراض ط - ث :

أثناء إعدادى لهذا الفصل ، فتشت فى الأدبيات العلمية الحديثة باحثا عما إذا كان حجم الجسم عاملا حاسما فى الانقراض الجماعى الطباشيرى . ومن المتفق عليه عموما أن الحيوانات الكبيرة عوملت معاملة غير عادلة ، ولكنى أردت الحصول على بعض التفاصيل . ووجدت المقولة التالية فى مقال عرض عام عن حجم الجسم فى التطور ، وهو مقال نشره مايكل لاباربيرا فى ١٩٨٦ (جامعة شيكاغو) .

« إذا كانت الحيوانات الكبيرة تنزع لأن تكون محدودة من حيث التكيف البيئى . (أى أنها تقتصر على نطاق ضيق من البيئات) ، فإن للمرء أن يتوقع فى أزمنة الانقراض الجماعى وجود تمايز فى مقدار بقاء المجموعات ذات الاجسام الكبيرة ، وبقاء تلك ذات الأجسام الصغيرة . ولا ريب أن هذا هو ما يبدو عليه الحال بالنسبة لحدث الانقراض الطباشيرى النهائى حيث (تم عمليا محو كل الفقاريات ذات الأجساد كبيرة الحجم) (الأقواس مضافة من عندى) .

وتلى ذلك مقال عرض لانقراضات ط . ث نشر أيضا فى ١٩٨٦ وكتبه ويليام كليمنز

عالم الباليونتولوجيا فى بيركلى الذى تخصص فى الفقاريات البرية ، وقد وجدت فى هذا المقال المقولة التالية :

سواء وضعنا فى الاعتبار متوسط حجم جسم الكائن البالغ أو الحجم الفردى للكائن ، فإن وجود مدى معين من " حجم الجسم ليس ملمحا مشتركا بين كل المجموعات التى ظلت باقية أو التى انقرضت عند نهاية العصر الطباشيرى " . (الأقواس مضافة من عندى) .

إن هاتين المقولتين تصوران بعض مشاكل تشخيص الانتخابية فى الانقراض . والمقولتان كلتاهما صادقة. فما قاله مايك لا باربيرا يدعمه أن أكبر الحيوانات الفقارية التى عاشت فى أواخر العصر الطباشيرى قد انقرضت بالفعل – بمعنى أن الزواحف الكبيرة قد انقرضت – وهذا عند لا باربيرا يدلل تدليلا جد صحيح على أن حجم الجسم قد يكون أحد العوامل المؤثرة . ومن الناحية الأخرى فإن بيل كليمنز كان يستخدم حدا فاصلا للحجم هو ٢٥ كيلو جراما ، وذلك للتمييز بين ما هو كبير وما هو صغير – وهذا يناظر استخدام ٤٤ كجم كحد فاصل فى مثال العصر البليستوسينى . وكليمنز قد وجد على هذا الأساس أن كل المجموعات التاكسونومية التى ظلت باقية بعد حدث ط . ث تتضمن على الأقل بعض الأنواع حيث أوزان جسم البالغين تفوق الحد الفاصل المحدد . ويتضمن هذا عددا من الحيوانات ذات الحجم الكبير جدا من تماسيح وسلاحف ظلت باقية دون أى صعوبة ظاهرة .

هل أى من هذين الرأيين رأى جازم ؟ إن الأمر كله يتوقف على عين الناظر . ويمكن طرح حجج جيدة لأى من التناولين لتقييم حجم الجسم . ترى هل يستخدم الحجم

المتوسط أو الحجم الأصلى ؟ وفى هذا السياق أيضا : هل وزن الجسم هو أفضل قياس لحجمه ؟ فكثيرا ما يستخدم طول الجسم أو ارتفاعة بدلا من وزنه . وكذلك أيضا فإن كليمنز يؤكد على أن من المهم أن نقرر ما إذا كان حجم الجسم عند الولادة هو الأكثر أهمية أو الأقل أهمية عن حجم الحيوان البالغ . وحتى بعد أن يتخذ المرء قراره فى هذه الأسئلة ويباشر جمع مجموعة من القياسات جيدة التمثيل ، فإن اختيار التكنيك الذى يستخدم لتحليل المعطيات يتضمن ما يتطلب أحكاما كثيرة .

ولما كان هناك عدد كبير من الخيارات المتاحة عند تخطيط استراتيجية أحد الأبحاث ، فمن الواجب أن تكون القضية محددة بأقصى وضوح حتى تؤدى كل الاستراتيجيات إلى نفس الإجابة . ومن الواضح أن حجم الجسم عند انقراض ط – ث هو وسيلة حكم ضيقة بحيث أن طرائق التناول المختلفة يمكن أن ينتج عنها إجابات مختلفة جذريا ، بل وينتج عنها ذلك بالفعل .

أمثلة أخرى لتأثير حجم الجسم تأثيرا متحيزا :

هناك أمثلة عديدة أخرى لما يُزعم من تأثير حجم الجسم تأثيرا متحيزا فى الانقراض ، فالأمونيتات مثلا كمجموعة كانت تتضمن بعضا من أكبر اللافقريات فى الزمان كله . وبعضها كان قطره يبلغ أقدام عديدة . والأمونيتات قد بادت كلها عند نهاية العصر الطباشيرى ، إلا أن الأمونيتات ذات الحجم الأكبر لم تكن بعد موجودة فى ذلك الوقت . وثمة مثل آخر نجده فى مفصليات * الحقب القديم المنقرضة التى تسمى يوريپتريدات . وهذه الكائنات الغريبة التى تشبه إلى حد ما السرطانات الضخمة ، كانت أيضا من بين أكبر اللافقريات التى عاشت قط ، ولكن ليس من دليل على أن سبب انقراضها هو الحجم الكبير . ومرة أخرى فإن عيناتها ذات الحجم الأكبر لا يعثر عليها عند نهاية مداها الزمنى الجيولوجى .

* المفصليات : شعبة من اللافقريات ذات أجسام وأطراف مفصلية كالحشرات والعناكب (المترجم) .

لو أننا كنا محظوظين بما يكفى لأن نثبت بما يتجاوز أى شك معقول أن حجم الجسد الكبير له حقا علاقة ارتباط بالانقراض ، لكان من السهل أن تتاح لنا تفسيرات من النظرية . وكما بين مايك لا باربيرا وآخرون ، فإن حجم الجسم تترتب علية عواقب فيزيولوجية خطيرة . فهو يؤثر فى نواحى مثل قوة العضلات والعظام والأوتار العضلية كما يؤثر أيضا فى سرعة الأيض (التى تقل عموما كلما زاد حجم الجسم) . وثمة متغيرات عديدة ايكولوجية وديموجرافية ترتبط ارتباط وثيقا بحجم الجسم . والحيوانات الكبيرة تكون ذات عشائر أصغر عددا وأكثر تفرقا فى نطاقاتها الجغرافية . وفوق ذلك فإنها تنزع لأن تخصص للتكاثر قدرا أقل من طاقتها الكلية . وبسبب هذا كله ، فإنه ليس مما يثير الدهشة كثيرا أن نجد أن علاقة ارتباط الانقراض بالحجم ليست علاقة أشد قوة من ذلك .

أمثلة أخرى للانتخابية :

الحجم ليس الصفة الوحيدة التى تطرح نزعة استهداف للانقراض . وكمثل فإن من الشائع الاعتقاد بأن الكائنات الحية الاستوائية أكثر عرضة للانقراض عن أقاربها فى المناخات الأبرد . وثمة دعوى بأن المعلقات المائية تتعرض لاحتمال خطر أكبر مما تتعرض له المائيات التى تقطن فى القاع ، وأن مجتمعات الحواجز البحرية أكثر تأثرا بالخطر عن المجتمعات اللاحاجزية .

وشعورى الخاص هو أن معظم هذه المزاعم أتفه من أن تنتقد ! ومن المؤسف أن اختبار مزاعم كهذه يكاد يكون مستحيلا . دعونى أفسر قولى . هب أننا ندرس حدث انقراض معين وأن لدينا قائمة بضحايا الانقراض وبمن ظلوا باقين بعده . ستنزع هذه

القوائم لأن تكون قصيرة نوعا ، خاصة إذا كنا نقوم ببحثنا على مستوى تاكسونومى عالى (الرتبة والطائفة والعائلة) . وفوق ذلك فإن أحسن الدراسات يقوم بها خبراء يتخصصون فى مجموعة واحدة من الكائنات الحية ، بما يحدد قوائم الضحايا والناجين تحديدا أكثر . وصغر الأعداد يجعل الاختبار الإحصائى أمرا مراوغا .

وما إن تكون لدينا القوائم ، فإننا يجب أن نبحث عن العوامل المشتركة : الخواص التى يتشارك فيها معظم الضحايا ولكنها ليست فى الناجين ، والعكس بالعكس . وهذه طريقة مباشرة ، وقد رأينا نتيجتها فى حالة حجم جسم الثدييات . " إن المشكلة هى أن الكائنات الحية لديها عمليا عدد غير محدود من الخواص التى قد تكون مهمة : خواص تشريحية وسلوكية وفيزيولوجية وجغرافية وإيكولوجية بل وكذلك ما يتعلق بالأنساب . وفى استطاعتنا أن نقارن قوائم الضحايا والناجين بالنسبة لعدد من الصفات المختلفة يزيد كثرة بقدر ما نبذل من جهد . وإذا لم تكن القوائم جد طويلة ، فإنه يصبح من المحتم عمليا أننا سوف نجد فى القوائم صفة واحدة أو أكثر تتلاءم بما يكفينا لأن تكون لنا قضية نقيمها .

وإذا وجدنا باستخدام هذه الطريقة ، علاقة ارتباط ذات أهمية فسوف نستطيع تطبيق الاختبارات الإحصائية القياسية لتقييم الاحتمال بأن تكون هذه العلاقة مما يرجع إلى المصادفة وحدها . وكل اختبار من هذه الاختبارات يسأل بطريقة أو الأخرى ، « ماهو احتمال أن يكون التناثر العشوائى لصفة معينة بين أفراد أحد الأنواع بحيث ينتج عنه مصادفة علاقة ارتباط تكون بمثل جودة العلاقة التى نرصدها ؟ » وإذا ثبت فى النهاية أن هذا الاحتمال قليل جدا – كأن يكون مثلا ٥ ٪ أو أقل – فإننا سوف نشعر براحة البال إذ نرفض التناثر العشوائى ونستنتج أن علاقة الارتباط المرصودة هى حقا علاقة سبب ونتيجة .

والخطأ القائل فى هذا المنطق هو أن عملية الاختيار لا يمكن تكييفها مع حقيقة أننا نجرب صفات كثيرة قبل أن نجد صفة واعدة . ولنتذكر أن صفة واحدة من كل عشرين صفة متناثرة تناثراً عشوائيا بالكامل سوف يحدث فى المتوسط أن تجتاز اختبارنا إذا كنا سنعتبر أن نسبة فرص من ٢٠ إلى واحد هى نسبة مقبولة ، الأمر الذى يعد شائعا فى البحث العلمى . وحيث أنه يستحيل عمليا إن نواصل متابعة ذلك العدد من الصفات التى وضعناها موضع الاعتبار - والكثير منها يتم إهماله بنظرة واحدة - فإننا لا يمكننا تقييم نتائج الاختبار بالنسبة لأى صفة واحدة .

وهذه مشكلة لا ينفرد بها علم الباليونتولوجيا ولا أى علم آخر . وإذا كنت تجد صعوبة فى تقبل طريقة استدلالى هذه ، فلتحاول إجراء بعض التجارب بنفسك . هيا نأخذ بعض إحصائيات لعبة البيس بول أو نتائج الانتخابات أو أى شىء يمدنا بقوائم من الفائزين والخاسرين . وخمسون أو مائة نتيجة ينبغى أن يكون فيها الكفاية . هيا افحص هذه القوائم لترى أى الخصائص يشترك فيها الفائزون أو الخاسرون . ولا يلزم أن يكون النمط متماسكا تماسكا كاملا - فيكفى أن توجد نزعة إحصائية ما - وأنت حر فى أن تغير القواعد الأساسية ما دمت مستمرا فى بحثك ، ويمكنك حتى أن تعيد تعريف الفائز والخاسر إن كان فى هذا ما يساعدك . ولتبذل انتباهك على نحو خاص للبند الأصغر من المخرجات ، وكمثل فأنت ربما تود أن تقارن خصائص فرق البيس بول التى فى المقدمة مع خصائص كل الفرق الأخرى . والقائمة الأقصر (الفرق التى فى المقدمة) هى التى يحتمل أن يكون فيها خصائص مشتركة أكثر مما فى القائمة الأطول . وما دام الأمر كذلك فلعلك تتمكن أيضا من أن تخاطر باتخاذ قرارات مثل أن " معظم مديرى فرق المقدمة (أو كل مديرى الفرق إن كنت محظوظا) هم أول المواليد

لآبائهم ، بينما مديرى الفرق الأخرى موزعون حسب المتوسط القومى " . هاك تجربة شخصية لا علاقة لها بكرة البيس بول :

لو قسنا مدن العالم حسب عدد سكانها فإن بعضها تكون " فائزة " وبعضها " خاسرة " . ويبين البحث أن الناس ينجذبون بقوة إلى المدن التى تبدأ أسماؤها بحروف تكون فى النصف الثانى من الأبجدية . وهذه العلاقة جد واضحة فى أى قاعدة معلومات ديموجرافية جيدة ، إلا أنها أيضا مما يمكن إثباته باختبار إحصائى بسيط كالتالى . فحسب " أطلس العالم كله " (مجلة ريدرز دايجست ، ١٩٨٤) ، فإن أزحم سبع مناطق سكانية للمدن الحواضر metropolitan هى (بالترتيب التنازلى) :

طوكيو - يوكوهاما	(بالانجليزية تبدأ بحرف) T
نيويورك	N
مكسيكوسيتى	M
أوزاكا - كوب - كيوتو	O
ساو باولو	S
سيول	S
موسكو	M

لنلاحظ أن كل هذه الأسماء تبدأ بحروف فى المدى بين حرفى M _ Z ، وعمليا فإن هذا هو النصف الثانى من الأبجدية (الانجليزية) . وحتى المدن الأصغر التى تساهم

فى أزحم سبع مناطق سكانية للمدن الحواضر تكون موجودة فى هذا المدى (يوكوهاما) أو قريبة منه (كوب وكيوتو) .

ومن الممكن المحاجة بأن هذا التوافق شبه الكامل يحدث مصادفة من التناثر العشوائى لعدد السكان وأسماء المدن . ومن الممكن أيضا أن معظم مدن العالم تبدأ بحروف من الجزء المتأخر من الأبجدية . ولاختبار هذه الفروض البديلة ، أخذت عينة حاكمة من نفس المصدر . وهاك ماتلى ذلك من أزحم سبع مناطق سكانية للمدن الحواضر (حسب الترتيب) :

كلكتا	(بالانجليزية تبدأ بحرف) C
بوينس أيريس	B
لنـدن	L
بومباى	B
لوس انجلوس	L
القاهـرة	C
ريودى جانيرو	R

وباستثناء واحد هو ريودى جانيرو ، نجد أن كل هذه المدن تبدأ بحروف أبجدية تؤخذ من الجزء L _ A من الأبجدية ، وحتى الكلمتين الثانية والثالثة فى هذا الاستثناء الوحيد تبدأ بحرف أبجدى داخل مدى A_L (دى جانيرو D_j). ولتلاحظ أيضا أن الكلمتين الثانيتين فى اسمين آخرين من هذه القائمة الحاكمة تبدآن بحروف من القسم المتقدم

جدا من الأبجدية (ايريس A وأنجلوس A) . والاحتمال الاحصائى بأن يكون هذا ناتج عن الصدفة وحدها احتمال جد صغير بحيث يصبح رفض فرض العشوائية هنا أمرا روتينيا . فثمة دلالة واضحة على وجود سبب ونتيجة .

ورغم أننا نحتاج هنا لمزيد من البحث ، إلا أنه يبدو أن الاحتمال الأكبر هو أن الأسماء التى من الجزء المتأخر من الأبجدية تعطى انطباعا بالثروة والوفرة ، وبالتالى فإنها تجذب أعداد عشائر كبيرة من المهاجرين . ومع أن ريو دى جانيرو هى استثناء لذلك ، إلا أن هناك إمكان قوى لأن تكون هذه المدينة قد أسئ تسميتها أو أن عدد سكانها قد بخس تقديره . وفيما يتعلق بهذا الأمر ، فإن مماله مغزاه أيضا أن العلاقة مابين الحروف الأبجدية وعدد السكان لا تتضح إلا عند الطرف الأعلى من تدريج عدد السكان - أى عند مناطق المدن الحواضر التى بها عدد من السكان يقارب عشرة ملايين أو يزيد عن ذلك . أما تحت هذا المستوى فنجد أن أسماء المدن تنزع إلى أن يختلط أمرها ، وربما يدل ذلك على أن هذه المدن لم تصل بعد إلى توازن ديموجرافى مستقر . وريودى جانيرو ، بموقعها فى أسفل قائمة المراكز الأربعة عشر الأزحم بالسكان ، تكون قريبة من الحد الذى يمكن الكشف عنه بشأن ظاهرة الأبجدية - السكان .

ألا ترى كيف أن من السهل إرساء قضية للنزعة الانتخابية ؟ هل يُنبغى أن يشككنا ذلك بالنسبة للزعم بأن الثدييات الكبيرة عانت فى أواخر العصر البليوستوسينى من معدل انقراض أعلى من المتوسط لأنها كانت كبيرة ؟ ترى ماعدد الخصائص الأخرى للثدييات التى تم استقصاؤها ؟ لعل المتهم الحقيقى هو التغذية أو مدى سمك ميناء الأسنان . إن ما أحدسه هو أن حجم الجسد كان له بالفعل أهميته بالنسبة للثدييات البليستوسينية ، ولكنى لا أستطيع إثبات ذلك .

الانتخابية التاكسونومية :

هناك نوع واحد من الانتخابية ليس لدى أى شك فيما يتعلق به - ذلك أن بعض المجموعات التاكسونومية لديها معدلات انقراض فى أوقات معينة مقدارها أعلى بما له مغزاه وبما لا يمكن تفسيره بأنه مصادفة . ولننظر أمر الديناصورات . جمع بيل كليمنز عالم الباليونتولوجيا فى بيركلى الذى سبق ذكره ، جمع قدرا كبيرا من المعطيات الممتازة عن انقراض الحيوانات الفقارية التى وجدت فى آخر صخور من العصر الطباشيرى بالمنطقة الداخلية الغربية لشمال أمريكا . وفى مقال من مقالات العرض يذكر بيل أرقاماً عن الأجناس موضحة فى الصفحة المقابلة .

يبلغ المتوسط العام لمعدل الانقراض ٤٣ فى المائة ، وهذا يعلو هونا فحسب على المتوسط الكوكبى للأجناس عند نهاية العصر الطباشيرى . ونجد أنة بالنسبة لمجموعات عديدة مما ورد فى القائمة أن عدد العينات صغير وأن أوجه ما يوجد من عدم انتظام ربما ترجع تماما إلى المصادفة . وكمثل ، فإنه من بين تسعة ثدييات مشيمية ، انقرض واحد منها (١١٪) ومن بين أربع ثدييات جرابية انقرض ثلاثة (٧٥٪) . وهذا الفارق الكبير فى النسبة المئوية يعطى انطباعا بأن الجرابيات قد أصابها الانقراض بشدة أكبر كثيرا مما أصاب المشيميات (التى هى أجدادنا نحن) ، وبالطبع فإن هذا قد حدث بالفعل . ولكن الأعداد أصغر من أن تتصف إحصائيا بالثقة ، لأننا لا نستطيع تمييز هذه النتائج عما قد نحصل عليه مثلا بإلقاء النرد بنفس نسبة الاحتمالات العامة .

	عدد من عاشوا قبل الانقراض	عدد من ماتوا	النسبة المئوية للموت
- « السمك »			
- اكثيانس غضروفي	٥	٣	٦٠٪
- اكثيانس عظمى	١٣	٥	٣٨٪
- البرمائيـــات	١٢	٤	٣٣٪
- الزواحف			
- الكيلونيات (سلاحف)	١٨	٢	١١٪
- الايوسوكيات *	١	صفر	صفر٪
- التمساحيات	٤	١ ؟	٢٥٪ ؟
- الايولاتاسرتيليات *	١	١	١٠٠٪
- اللاسرتيليات (عظائيات)	١٥	٤ ؟	٢٧٪ ؟
- أفاعي (سربنتس)	٢	صفر ؟	صفر ٪ ؟
- السوريسكيات (سحالى مسنمة)	٨	٨	١٠٠٪
- الأورنيثيسكيات (طيور مسنمة)	١٤	١٤	١٠٠٪
- التيروسوريات (زواحف مجنحة)	؟	؟	١٠٠٪
- الطيـــور	؟	؟	؟
- الثدييات			
- الدرنيات الدقيقة	١١	٤	٣٦٪
- الجرابيات	٤	٣	٧٥٪
- المشيميات	٩	١	١١٪
	١١٧	٥٠	٤٣٪ حواصل الجمع

* أسلاف الثعابين والسحالى . (المترجم) .

* أيولاتاسرتيليات : أسلاف السحالى (المترجم) .

على أن بعض التباينات لا يمكن تفسيرها بالصدفة . فثمة مجموعتان من الديناصورات - وهما السوريسكيات (سحالى مسنمه) والأورنيثيسكيات (طيور مسنمة) - تجمع معا عددا من الأجناس هو ٢٢ جنسا ، وهذه الأجناس الاثنان والعشرون قد بادت كلها . وإذا كانت نسبة الانقراض الكلية هى (٤٣٪) ، فإن احتمال أن يبيد بالصدفة وحدها مائة فى المائة من أى مجموعة من اثنين وعشرين جنسا لهو واقعيا احتمال من صفر . ويصدق هذا حتى بعد التعديل الذى ينبنى على حقيقة أننا قد اخترنا اختبار حالة الديناصورات بعد أن عرفنا أنها كلها قد بادت : وهذا يعنى أن الديناصورات كانت تفعل شيئا ما خطأ . بمعنى أنها كان لديها حساسية زائدة لأى مما سبب الانقراضات الطباشيرية .

ويشيع هذا النوع من المواقف فى حالات الانقراض ، وإن لم تكن بأى حال هى المواقف التى تهيمن على الانقراض . وعندما أجريتُ تحليلات إحصائية مكثفة على قواعد معلومات كبيرة بشأن حفريات الحيوانات البحرية ، وجدت حالات معدودة أخرى من الانتخابية التاكسونومية الواضحة التى لا يمكن أن نتوقع وقوعها بسبب الصدفة وحدها . وهذه ليست إضافات كبيرة ولكنها حقيقة واقعة .

الجينات السيئة للثلاثيات الفصية :

ذكرت فى الفصل الأول أن عنوان هذا الكتاب مأخوذ عن مقال بحث نشرته عن انقراض الثلاثيات الفصية . وتمدنا هذه الحالة بمثل آخر للانتخابية التاكسونومية .

وقد تم العثور فى صخور العصر الكمبرى (٥٧٠ - ٥١٠ ما ق زح) على ما يزيد بعض الشىء عن ستة آلاف نوع من ثلاثيات الفصوص وكلها قد أعطيت لها أسماؤها .

وهى تشكل ثلاثة أرباع حفريات الأنواع المعروفة من العصر الكمبرى . ومع حلول نهاية حقب الحياة القديمة (الباليوزى) ، أى بعد مرور ٣٢٥ مليون سنة اختفى كل هذا . وسؤالى هو : لو أفترضنا جدلا أن معدلات التنواع والانقراض فى الثلاثيات الفصية كانت هى نفسها مثل كل حيوانات حقب الحياة القديمة ، فهل يمكن لمجموعة كبيرة مثل الثلاثيات الفصية أن تنجرف للانقراض بسبب سوء الحظ - أى مثلما يمكن أن ينجرف مقامر مندفع إلى الإفلاس ، عندما يتاح لذلك ما يكفى من الزمن .

وقد استخدمتُ نماذج رياضية (صممت على أساس الماشى العشوائية التى وصفت فى الفصل الثالث) لتقدير احتمال إمكان أن تبيد الثلاثيات الفصية بسبب أن يزيد بالصدفة معدل انقراض الأنواع ليصبح أكبر من معدل التنواع وكانت النتيجة أن ثمة احتمال ضئيل إلى حد التلاشى بأن تكون الصدفة هى التى عملت وحدها فى حالة الثلاثيات الفصية . فالافتراض الجدلى بأن الثلاثيات الفصية لديها فطريا معدلات للانقراض والتنواع تتساوى مع المتوسطات الموجودة فى الحقب القديم هو افتراض مخطىء خطأ جليا . وبالتالى فإن الثلاثيات الفصية (لسبب ما) إما أنها ذات قدرة منقوصة على التنواع أو أنها ذات نسبة أعلى من الاستهداف لخطر الانقراض . وباختبار الاحتمال الأخير نجد أن الانقراض لا يكون الاحتمال المعقول إلا إذا افترضنا زمن حياة لنوع الثلاثيات الفصية يقل ١٤ - ٢٨٪ عن المتوسط فى حقب الحياة القديمة .

وصلتُ من هذا إلى استنتاج أن الثلاثيات الفصية كانت حقا تفعل شيئا ما خطأ (أو أن المجموعات الأخرى كانت تقوم بشىء ما على نحو أفضل) . وهنا فإن المرء يعطى صوته فى صف الچينات السيئة . وهذا التحليل لا يخبرنا بالطبع عما يكونه الشىء الخطأ الذى فعلته الثلاثيات الفصية أو الشىء الذى كانت الحيوانات الأخرى تفعله على

نحـو أفضل ولكن هذه مـجرد بداية . وهي تؤكـد لنا وجـود تضـارب حـقـيـقى ينبـغى استكشاف أمره .

بعض الدلالات :

إذا كانت بعض المجموعات البيولوچية قد ضُربت حقا ضربة أقوى مما ضرب به الآخرون ، فإن الضغوط التى تسبب الانقراض لابد وأنها « ترى » صفات ما تتشارك فيها الأنواع فى تلك المجموعات التى تُضرب أشد من غيرها ، ولما كان أعضاء المجموعات هم حسب التعريف على صلة قرابة أحدهم بالآخر عن طريق السلف المشترك ، فإنهم حتما يتشاركون فى بعض الخصائص . وكمثل ، فإن كل الأعضاء قد يكون لديهم نفس سرعة الأيض ، أو نفس الحجم ، أو نفس المثوى المفضل ، أو نفس المدى الجغرافى ، وهذه ليست إلا قلة فقط من كل الإمكانات .

وطريقة الاستدلال هذه تتقدم بنا خطوة أقرب لفهم السبب فى أن الديناصورات بادت عند نهاية العصر الطباشيرى بينما لم تبد الثدييات ، حتى بالرغم من أن الاثنين كان لديهما تقريبا نفس العدد من الأنواع والأجناس . ومن الواضح أن الديناصورات كانت تتشارك فى خاصية أو أكثر جعلتها أكثر استهدافا عن الثدييات .

ولا يعنى هذا أن الديناصورات كانت بالضرورة أدنى درجة أو أسوأ تكيفا . وعلى كل فقد ظلت الديناصورات ناجحة طيلة ١٠٠ - ١٥٠ مليون سنة . وأى عالم بيولوچى بالحقب الوسيط ما كان ليمكن له أن يتنبأ بزوالها .

ظل العالم توم شوبف زميلا لى فى شيكاغو إلى أن مات على غير توقع منذ سنوات معدودة . وقد طرح توم سببا شيقا لانقراض الديناصورات . فهو قد مسح كل مواقع

وجود الديناصورات فى أواخر العصر الطباشيرى ولاحظ أنه فى أجزاء كثيرة من العالم لا يمكننا أن نثبت بالفعل أن الديناصورات ظلت تعيش حتى تمام نهاية العصر الطباشيرى . وليس هناك برهان واضح على أن الديناصورات ظلت تعيش إلى زمن يسبق مباشرة حد ط – ث ، إلا فى المنطقة الداخلية الغربية بالولايات المتحدة وكندا . وهكذا وضع توم نظرية بأن ثمة حدثا محليا إلى حد كبير ، أو اضطرابا بيئيا فى غرب أمريكا الشمالية هو الذى قتل الديناصورات بينما ظلت الثدييات محتمية بأن لها أنواع حية فى أجزاء أخرى من العالم .

أما معارفى من علماء الباليونتولوچيا الفقارية ، فإن لديهم شكوك قوية فى أن الديناصورات كان وجودها قرب نهاية العصر الطباشيرى يقتصر بالفعل على أمريكا الشمالية . ولما كنت خارج مجال الباليونتولوچيا الفقارية ، فإنى لا أمتلك أى أساس قوى للحكم على الأمر . ولكن إذا كانت فكرة توم صحيحة ، فإننا سنجابه بمزيج غريب من الچينات السيئة والحظ السيء . فالديناصورات ساء حظها فى أنها شغلت منطقة حيث تكون مستهدفة . ولكن لعل چيناتها أيضا كانت ملومة ، كسبب لفشل قدراتها الفطرية للهجرة وللإبقاء على انتشارها على النطاق الكوكبى . على أن هذا الاستدلال سرعان ما يصبح شيئا مضبّبا ، ولا أود أن أزعم أننا هكذا سنكون حتى على الدرب الصحيح . على أنى أعتقد أنه مع كل هذا ، فإن من الواضح أن شيئا بسيطا مثل التوزيع الجغرافى يمكن بسهولة أن يعنى الفارق بين البقاء والانقراض .

وهناك زميل آخر من شيكاغو ، وهو ديڤ چابلونسكى ، وقد أجرى تحليلا إحصائيا عن حفريات الرخويات التى عاشت الستة عشر مليون عاماً الأخيرة من العصر الطباشيرى . وقد وجد أنه قبل الانقراض الجماعى الكبير ، ظلت الأنواع والأجناس

ذات المدى الجغرافى الواسع تقاوم الانقراض أفضل من تلك التى لها مدى صغير . على أنه بالنسبة للأنواع على الأقل ، نجد أن هذه العلاقة تنهار عند انقراض ط – ث الكبير . بمعنى أن الانتشار الجغرافى الواسع يقدم حماية للنوع أثناء العصور الهادئة ولكن ليس أثناء الانقراض الكبير . ومن الجائز أن الضغوط التى سببت الانقراض الكبير كانت جد واسعة الانتشار حتى لم يعد هناك أمان فى أى مكان . على أن چابلونسكى وجد أنه بالنسبة للأجناس ، فإن المدى الجغرافى مازال يوفر بعض حماية عند الانقراض الكبير . وبالتالى ، فإن انتخابية الانقراض يمكن أن تتباين حسب مستوى الطبقة التاكسونومية .

الملخص

من الظاهر أن الانقراض انتخابى بدرجة ما وفى بعض من الأمثلة ، ولكن إثبات ذلك أمر بالغ الصعوبة . وأيا كان المستوى الفعلى للانتخابية ، فإنها لا تكون قط عاملا جد بارز . وعند كل منعطف فى سبيل البحث عن حالات جيدة ، نجد أن الطريق ينسد أمامنا بجهلنا . أو أننا نتعرض لخطر أننا سنجعل حماسنا للحصول على الاجابات يؤدى بنا إلى التعمية على حسن الإدراك . على أن هذا يضيف إلى المشقة والتحدى فى هذا المشروع كله . كم يكون ممتعا أن يعمل الواحد منا فى أحد العلوم الصعبة – وذلك بالمقارنة بالعمل فى واحد من تلك العلوم التى تشيع تسميتها بالعلوم المتينة !

مراجع ومصادر لمزيد من القراءة

SOURCES AND FURTHER READING

Clemens, W. A. 1986. Evolution of the vertebrate fauna during the Cretaceous-Tertiary transition. In Dynamics of extinction ed. D. K. Elliott, 63-85. New York: Wiley-Interscience. A source for the discussion of taxonomic selectivity of the K-T extinction.

LaBarbera, M. 1986 The evolution and ecology of body size. In Patterns and processes in the history of life, ed. D. M. Raup and D. Jablonski. 69-98. Berlin: Springer- Verlag. A review of the general problem of body size in evolution.

MacArthur, R. H. 1972. Geographical ecology. New York: Harper & Row. A monograph on the general subject of the geographic distribution of species.

Martin, P. S. 1986. Refuting late-Pleistocene extinction models. In Dynamics of extinction, ed. D. K. Elliott, 107-30. New York: Wiley-Interscience.

Martin, P. S., and R. G. Klein, eds. 1984. Quaternary extinctions: A prehistoric revolution. Tucson: University of Arizona Press. Thirty-eight research articles and reviews on all aspects of the Pleistocene extinctions, but emphasizing mammals.

Schopf, T. J. M. 1982. Extinction of the dinosaurs: A 1982 understanding. In Geological implications of impacts of large asteroids and comets on earth, ed. L. T. Silver and P. H. Schults. Geological Sociery of America, Special Paper. Pp. 415-22. Boulder: GSA. A research article arguing that dinosaurs lived only in North America during the latest Cretaceous, thus eliminating the need for a global cause of their extinction.

الفصل السادس

البحث عن

الأسباب

مما يثير الدهشة أن علماء الباليونتولوچيا لم يبذلوا فيما مضى إلا إنتباها قليلا لما يكمن وراء الانقراضات الكثيرة للأنواع التى وثقها سجل الحفريات ، على أن هذا الحال قد تغير بعد مقال ألڤاريز فى ١٩٨٠ عن الاصطدام الكوكبى . والآن ، تعم مجتمع البحث مناقشات عنيفة عن ميكانزمات الانقراض ، وسوف أناقش فى هذا الفصل القصير البحث عن الأسباب فى الحدود العامة له ، مؤجلا استكشاف التفاصيل لما بعد .

ندرة الانقراض

علماء الچيولوچيا والباليونتولوچيا يتبعون عادة القول المأثور بأن « الحاضر هو مفتاح الماضى » . وما أكثر أوجه التقدم التى توصلنا إليها عن طريق دراسة التماثلات مع ما فى يومنا الحالى ، ذلك أنه يمكننا رؤية مسار العمليات واقعيا أثناء فعلها . ولكن الحاضر لا يفيدنا إلا قليلا فيما يتعلق بالانقراض ، لأن اختفاء أجناس جد راسخة كنتيجة لأسباب طبيعية هو حدث نادر بمقاييس الزمن البشرية .

يبلغ متوسط مدى حياة النوع فى سجل الحفريات ما يقرب من أربعة ملايين سنة . وبالتالى ، فإن ما يقرب من نوع واحد فقط من كل أربعة ملايين نوع يموت ميتة طبيعية فى كل سنة . ولو كان عدد الأنواع التى تعيش اليوم هو أربعين مليون نوع ، فإن عشرة

أنواع فقط سوف تنقرض فى السنة المتوسطة . وانقراض الأنواع بدون تأثير بشرى أمر نادر . وربما يبدو هذا غريبا فى وقت ارتفع فيه بقوة وعى الجماهير بالأنواع التى يهددها الخطر ، بل إنه قد تبدو فيه قساوة ، ومع هذا ، فإن الفرصة المحتملة لأن يتوصل أحد البيولوچين الميدانيين إلى الإمساك بأحد الأنواع لحظة انقراضه كوكبيا لهى فرصة صغيرة .

ومن المهم أيضا أن نلاحظ أن الموت الجماعى الذى يحل بجزء من نطاق أحد الأنواع ، أمر يشيع أكثر جدا من انقراض النوع انقراضا تاما . وكمثل ، فإنه فى أوائل الثمانينيات حدث فى البحر الكاريبى أن هلك القنفذ البحرى الأسود « ديا ديما » الذى ينتشر هناك . وتجاوز معدل موته فى أماكن كثيرة نسبة (٩٥٪) . والسبب فيما يحتمل هو فيروس سريع الانتشار من مصدر مائى . على أن قنفذ البحر تعافى فى سنوات معدودة فتجنب الانقراض تماما . ومثل هذه الحالات تخلف بصورة محتومة انطباعا بأن انقراض الأنواع أمر أكثر شيوعا مما هو عليه فى الحقيقة .

وهناك تقدير بأن الانقراضات تحدث بمعدل عشرة انقراضات للأنواع فى كل سنة ، ويتأسس هذا التقدير على مدى طول الحيوات الموجودة فى سجل الحفريات ، وبالتالى ، فإنه ينطبق على تلك الأنواع التى بلغت قدرا من الوفرة فيه ما يكفى لأن يتم الاحتفاظ بها واكتشافها . ويعنى هذا عموما أن تلك الأنواع قد توصلت إلى توزيع جغرافى واسع بصورة معقولة ، وتوصلت إلى عشائر كبيرة ، وإلى زمن بقاء طويل ، إلى حد معقول . أما ما يغيب عنا وجوده فهو عينات من الأنواع الكثيرة التى لم يتم لها قط أن ترسخ على نحو كامل . ولو أمكن إضافة هذه الأنواع إلى حساباتنا ، فإننا بلاشك سوف نحكم بأن الانقراض أمر أكثر شيوعا – ولكنه لا يزال أمرا نادرا من وجهة نظر البيولوچى

الميدانى الذى يمارس العمل .

والبيولوچى الذى يدرس الانقراض يستطيع أن يتخذ مسالك أخرى . وأحد هذه المسالك هو أن يدرس الانقراض محليا ثم يستقرىء من ذلك على النوع كله . والأنواع وهى موجودة فى مساحة صغيرة ، ربما فى إحدى البرك أو فى غابة من فدان واحد ، تظل باستمرار تظهر وتختفى . وقد تكون إحدى البرك مليئة بالضفادع فى سنة ما ثم لا يكون فيها أى ضفدعة فى السنة التالية . وإذا أكتشفنا كيف تحدث الانقراضات المحلية ، فربما يمكننا أن نعمم على النوع كله الذى ينتشر عبر القارات . على أن الاستقراء من الجزء الصغير إلى الكل فيه شراك خطيرة . فالظروف التى تؤدى إلى زوال عشائر محلية – كأن يحدث مثلا تجمد جليدى متأخر فى الربيع – قد لا يكون لها تأثير على النطاق الكامل للنوع أو قد يكون تأثيرها مما يقل احتماله إلى حد كبير .

وهناك وسيلة تناول أخرى يمكن إن شئت أن تدعوها وسيلة للتحايل ، وهى متابعة الحجم العشائرى أو الامتداد الجغرافى لأحد الأنواع لنبحث عن الاتجاهات التى تطرح أن ثمة انقراضا وشيكا . فإذا وجدنا أن أحد الأنواع قد ظل ينخفض عدده لسنين عديدة يكون لنا أن نفترض أن انقراضه أمر محتوم . وقد تنبئنا أسباب هذا الانخفاض بشىء عن أسباب الانقراض . ومن الواضح أن هذه الطريقة للتناول لها مخاطرها لأن هذه الاتجاهات كثيرا ما تنعكس . فقنافذ البحر بعد أن حدث لها انخفاض درامى ، لم يستمر الانخفاض ولم يؤد إلى الانقراض . (انخفض أمس مؤشر داوچونز * الصناعى بخمس وثلاثين نقطة . ولو استمر هذا الاتجاه بمعدل خمس وثلاثين نقطة يوميا ، فسوف ينقرض سوق الأوراق المالية فى نيويورك فى أقل من ثلاثة شهور) .

* مؤشر لحالة أسهم الشركات فى سوق الأوراق المالية بأمريكا . (المترجم)

على أن هناك طريقة تناول أخرى وهى دراسة التأثيرات البشرية . وثمة أمثلة متاحة من الانقراضات التى صنعها الإنسان ، ويمكن أن نتعلم منها الكثير . ولكن مرة أخرى ، فإن الأمر يتطلب الحذر لأن الاستراتيجية هنا تتأسس على أفتراض ضمنى بأن الضغوط البيئية الناجمة عن الأنشطة البشرية تحدث أيضا فى الطبيعة . وبعض هذه الضغوط تحدث بالفعل وبعضها الآخر لا يحدث . ولنتذكر هنا استنتاج روبرت ماك أرثر بأن الانسان هو النوع الوحيد القادر على محو أنواع راسخة بأن يفترسها .

وحيث أن هناك ندرة فى الانقراضات الطبيعية فإننا نرى هكذا ثلاثة طرائق لاستخدام معطيات استعواضية : (١) معطيات عن الانقراض على المستوى المحلى ، (٢) معطيات عن اتجاهات للانخفاض ، (٣) معطيات عن التأثيرات البشرية . وهذه كلها بدائل صحيحة ما دمنا نفهم جيدا طبيعتها الاستعواضية وما يلازمها من مخاطر .

ويجب أيضا أن نبقى فى ذهننا أثناء دراسة تاريخ الحياة أنه يكاد يكون من المؤكد أن بعض ميكانزمات الانقراض تكون مما « لم » يحدث فى نطاق الخبرة البشرية . إن زمن وجودنا هنا زمن قصير – آلاف معدودة من التاريخ المسجل . بينما الحياة لها مدى قد طال إلى ٣٥٠٠ مليون سنة . وما خبرناه حتى الآن نسبة تبلغ فقط ٠٠٠١ر٠ فى المائة من تاريخ الحياة . والحقيقة أننا سنكون على شىء من الغطرسة لو اعتقدنا أن نسبتنا هذه من ٠٠٠١ر٠ فى المائة من تاريخ الحياة هى نسبة ينبغى أن ينتج عنها عينة كاملة لمسار العمليات فى الطبيعة . ولعل الأمر هو أن الماضى فيه بالفعل مفتاح الحاضر (والمستقبل) .

حكايات هكذا وحسب

تكمن متعة العلم فى جزء منها فى استخراج النظريات فكريا – أى تفسير الأمور .

والكثير من النظريات لا تزيد إلا قليلا عن مجرد حدس بالأمور ينشأ عن سؤالنا « ماذا لو ؟ » وبعض النظريات يمكننا نبذه في التو تقريبا لأنه غير معقول بالمرة أو لأنه يتناقض مع أحد قوانين الطبيعة .

ولكن إذا اجتازت الفكرة الحدسية الفرز الأوّلي ، فإننا قد نرتفع بها إلى مرتبة الفرض ، على الأقل على نحو شخصي . ويجب بعدها أن يجتاز هذا الفرض المزيد من الاختبارات التقليدية قبل أن يتم قبوله كنظرية ، ناهيك عن أن يُقبل كحقيقة . وفي بعض الحالات تكون طرائق الاختبار مما يُعد طرائق قياسية - مثل بعض الاختبارات الإحصائية - لأنها قد استخدمت مرات كثيرة في مواقف مماثلة . أو أنها قد تكون طرائق ترتبت على محاجة منطقية يعرف عنها أنها تعطي نتائج جيدة . على أنه يحدث كثيرا ، بما يثير الدهشة ، أن يكون للفرض المطلوب اختباره شكل جديد ، ولابد لنا من ابتكار طرائق جديدة لاختباره .

وإذا اجتاز التفسير المقترح لأحد الأمور كل اختبارات المعقولية والمصداقية ، فهل يكون بعدها هو التفسير الصحيح ؟ أو إذا كان هناك عدة تفسيرات بديلة مطروحة ، ووجدنا أن واحدا منها أكثر إقناعا من أي من الآخرين ، هل يكون هذا التفسير صحيحا بالضرورة ؟ وأنا أجيب عن هذين السؤالين بلا مؤكدة .

إن صحة أمر ما لا تثبت لمجرد إظهاره كأمر معقول . وهذا هو السبب في أن القرائن كدليل للإثبات ليس لها إلا وزن قليل في المحكمة الجنائية . ولا يمكننا القول بأن أحد المتهمين مذنب لمجرد أنه كان يمكنه أن يرتكب الجريمة استنادا إلى أنه كانت لديه الفرصة لذلك بل وربما أيضا كان لديه الدافع لذلك . والكثير من تفسيرات الانقراض تتأسس فحسب على حجج من المعقولية ، تطرح طرائق يمكن أن يحدث الانقراض بها .

وهذه كثيرا ما تستحق أن تُعنون ببطاقة ساخرة هى « حكايات هكذا وحسب » ، على شرف حكايات روديارد كبلنج * عن أصل خرطوم الفيل والخطوط التى على جسم النمر .

ماذا لو كان التفسير المقترح هو الأحسن من بين تفسيرات كثيرة ؟ هب أن لدينا أربعة تفسيرات تتنافس معا ، ومعنونة بـ (أ) و (ب) و (ج) و (د) . لنفرض أيضا أن لدينا القدرة على أن نقيّم بدقة احتمالات صحة كل منها . وليكن احتمال صحة (أ) هو ٤٠ فى المائة واحتملا صحة كل من الثلاثة الآخرين هو عشرين فى المائة . إن التفسير (أ) يبلغ احتمال صحته ضعف أى واحد من التفسيرات الأخرى . والأمر هكذا جميل وقد يعطينا بعض أمل بالنسبة للتفسير (أ) . ولكن لاحظ أن هناك نسبة ترجيح من ٦٠ إلى ٤٠ « ضد » أن يكون (أ) تفسيرا صحيحا . وبالتالى ، فإننا لا يمكننا أن نختار أحد الفروض لمجرد أنه أفضل من أى من البدائل الأخرى ، على أنه إذا كان أحد الفروض أفضل من كل الفروض الأخرى مجتمعة ، يكون لدينا ما يصلح كقضية . فهذه مسألة من التعددية مقابل الأغلبية .

والأدبيات العلمية بما فى ذلك الأدبيات التى تتناول الانقراض ، تحوي عددا يثير الدهشة من المحاجات الشائعة التى تتأسس فحسب على منطق ما هو « الأفضل عن أى من الآخرين » .

---

* روديارد كبلنج (١٨٦٠ - ١٩٣٦) شاعر وروائى انجليزى كتب قصصا كثيرة عن الهند وأهلها وحيواناتها مثل « كتاب الأدغال » ، و «هكذا وحسب » وهى قصص مازالت محببة للأطفال . وقد نال جائزة نوبل ١٩٠٧ وعرف عنه تمجيده للاستعمار . (المترجم)

حذار من التشبيه بالصفات الإنسانية !

ثمة مؤلفون شتى بما فيهم الكتاب الجدد للتقارير ، يصنعون قوائم للأسباب التى اقترحت للانقراضات الجماعية الكبيرة . والمقصود من هذه القوائم أن تظهر المدى الهائل لاتساع الاحتمالات ، كما تظهر أيضا سخافة بعض الاحتمالات . وقد حققت تلك القوائم هذين الغرضين . « الديناصورات رأت مذنبا قادما فماتت خوفا » . ولكننا عندما نتخلص من السخافات ومن حكايات هكذا وحسب ، سوف يتبقى لنا لب قوى البنيان . وأعتقد أن معظم زملائى سوف يوافقون معى على البنود التالية كترشيحات جدية لعوامل الانقراض ، وذلك بدون ترتيبها حسب أى نظام معين :

* تغيرات المناخ ، خاصة البرودة والجفاف
* ارتفاع أو انخفاض مستوى البحر
* الافتراس
* الأمراض الوبائية (نوع من الافتراس)
* التنافس مع الأنواع الأخرى

وقد حذفت عن عمد التأثيرات البيئية للاصطدام بمذنب أو كويكب ، وإن كان هذا الحذف للحظتنا فقط .

إن كل بند فى هذه القائمة يعد معقولا . ولكنى أرى هنا أكثر من إيماءة للتشبيه بالصفات الإنسانية . فما هى أوجه الاهتمام والقلق التقليدية للناس فى حياتهم اليومية الخاصة ؟ الجو ، وخاصة البرد ونقص المطر ، ومستويات المياه (ما يحدث من فيضان أو جفاف للأنهار والبحيرات) ، ونوبات هجوم الحيوانات المتوحشة (بما فيها الحشرات)

أو هجوم الناس الآخرين أو الدول الأخرى ، والأمراض المعدية ، والمنافسة (أحدنا مع الآخر أو دولة مع الأخرى) . هل من الممكن أن قائمة الأسباب المحتملة للانقراض هى مجرد قائمة للأمور التى تهددنا كأفراد ؟ ولنتذكر هنا الفرسان الأربعة لسفر الرؤيا الذين يمثلون الفتح والحرب والمجاعة والطاعون .

وفيما يتعلق بى ، فإنه حتى أستمر فى دعواى عن التشبيه بالصفات الإنسانية ، يجب على أن أتمكن من صياغة قائمة موازية من العوامل المرشحة المعقولة ، وإن كانت غير شائعة ، والتى لا تعكس المخاوف الإنسانية الطبيعية ، أو على الأقل لم تكن تعكسها حتى زمن جد قريب . ولنحاول التالى :

* تسمم مياه المحيطات بالكيماويات .
* تغيرات فى كيمياء الغلاف الجوى .
* سقوط الصخور من السماء .
* الإشعاع الكونى .
* النشاط البركانى الكوكبى .
* الغزو من الفضاء الخارجى .

لقد طُرحت هذه العوامل كلها مرة أو الأخرى كعوامل للانقراض ولكنها لم تؤخذ مأخذا جديا من المجتمع العلمى . والعاملان الأولان يدوران بذهننا كثيرا جدا فى هذه الأيام ، ولكن الاهتمام بشأنهما قد نشأ حديثا ، وإنى أقر بأنهما لم يشاركا بأى مشاركة ذات أهمية فى القائمة المقررة لميكانزمات الانقراض .

أما الصخور التى تهوى من السماء ففيها إشارة إلى فكرة الاصطدام بمذنب أو كويكب . وقد سببت هذه الفكرة عاصفة من الخلافات ، وأحد أسباب ذلك هو أنها تتجاوز مالنا من خبرة . ومعظمنا قد تعلمنا فى المدرسة أنه فيما عدا المصادفات من مثل حفرة شهاب أريزونا ، فإن الصخور الكبيرة هى فحسب مما لا يسقط من السماء . والعوامل الثلاثة الأخيرة المرشحة فى قائمتى - أى الاشعاع الكونى والنشاط البركانى الكوكبى والغزو من الفضاء - تبدو بعيدة الاحتمال ، ويحاول بعض العلماء المحاجة للتخلص منها على أسس نظرية ولكن لعل الأمر أنها فقط تبدو غريبة (وغير محتملة) ، لأنها مثل الاصطدام بالنيازك أمور تقع خارج خبرتنا .

سوف أترك للقارىء أن يقرر إن كان عندى ما يصلح كقضية فيما يتعلق بالتشبيه بالصفات الإنسانية . وعلى أقل القليل ، فأنا أعتقد أننا ننزع إلى طرح ميكانزمات للانقراض مأخوذة من العوامل الفيزيائية والبيولوچية التى لنا بها أكبر دراية . ورغم أن هذا هو إلى حد ما أمر لا مفر منه ، إلا أنه يشكل تحيزا - أو تضاربا له دلالته - وينبغى ملاحظته .

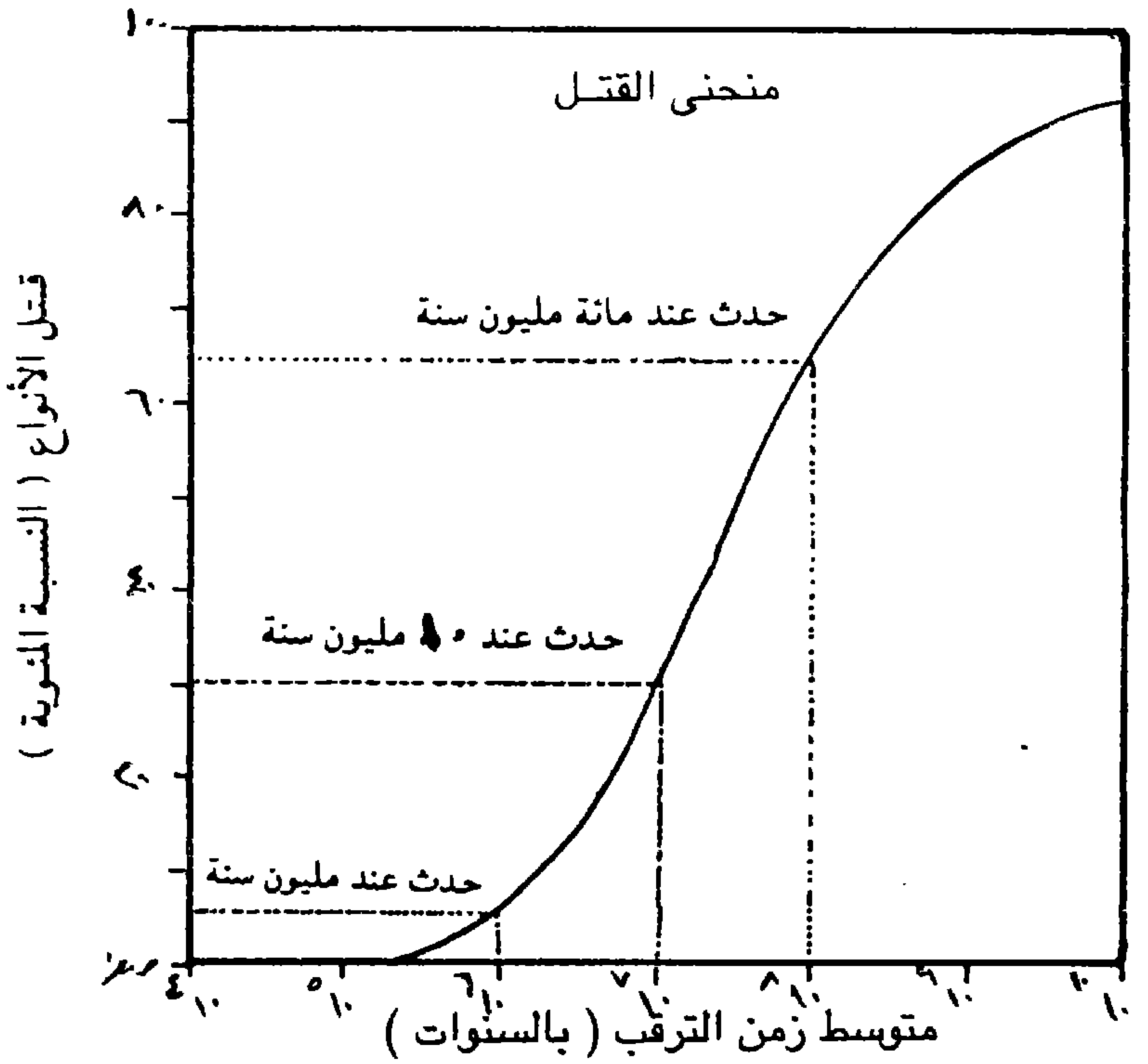
عود إلى منحنى القتل :

قدمت فى الفصل الرابع منحنى *القتل* ، وهو منحنى تم استنباطه من سجلات الانقراض بالحفريات . وها أنا أنسخه ثانية فى شكل ٦-١ للتسهيل . ويخبرنا منحنى القتل عن متوسط عدد السنين التى ينبغى أن نترقبها قبل أن نكتشف انقراضا من حجم معين . وكمثل ، فإنه يجب أن يمر فى المتوسط مليون عام قبل أن يحدث انقراض من خمسة فى المائة من كل ما يعيش من الأنواع . وهذه طريقة أخرى لأن نقول أن انقراضات الخمسة فى المائة تحدث بمتوسط مدة مباعدة من مليون سنة . وكما ناقشنا فيما سبق ، فإن الانقراضات الأكبر تكون الأندر وقوعا ، بحيث أن زمن الترقب

لانقراض من ٦٥ فى المائة (بما يقارن بحدث ط - ث) هو زمن من مائة مليون عام .

وأحد الملامح المهمة فى منحنى القتل هى أنه يصف ما يحدث من قتل على فترات تعد قصيرة عندما تقارن بالزمان الچيولوچى الهائل . وقد استخدمت لأسباب تكنيكية فترة معيارية من ١٠٠٠٠ سنة لحساب المنحنى ، ولكن هذا لا يتضمن أن الانقراضات تحدث بالفعل بهذا الطول الزمنى . وكما ذكرنا من قبل ، فإننا حقا لا نعرف مدى زمن بقاء الانقراضات .

ومنحنى القتل يمدنا بمنظور مهم فيما يتعلق بسير عملية القتل وهو مفيد فى أنه



شكل ٦-١ منحنى القتل منسوخا عن الفصل الرابع

يحدد من اختياراتنا للأسباب الممكنة . والمنطق الذى يصور إحدى الطرائق التى يعمل بها منحنى القتل هكذا هو كما يلى . إذا كان احتمال خطر انقراض كل الأنواع له نسبة ثابتة خلال كل الزمان الچيولوچى ، إلا أنه ينبغى علينا أن نتوقع بعض تباين فى الانقراض الواقعى ، كمجرد أمر من الصدفة . ومتوسط معدل الانقراض فى دهر الحياة الظاهرة هو ٢٥ر٠ فى المائة لكل ١٠٠٠٠ سنة . وسنجد فى النموذج العشوائى الصرف أن بعض هذه الفترات ذات العشرة آلاف سنة ينبغى أن تخبر نسبة موت أكبر ، وبعض الفترات الأخرى تخبر نسبة أقل . ولكننا لا يمكننا قط بتغيرات من الصدفة تحدث مع نسبة خطر ثابتة ، أن نتوقع موت ما يصل إلى نسبة ٥ فى المائة من كل الأنواع فى نفس الوقت . وبالتالى ، فحقيقة أن الحياة قد خبرت نسبة قتل من ٦٥ فى المائة على فترة قصيرة لهى حقيقة ذات مغزى . فهى تنبؤنا على وجه التأكيد أن نسبة احتمال خطر الانقراض ليست ثابتة . فالأنواع تتفاعل مع ضرب ما من مشكلة مشتركة - شىء ما قد زاد من نسبة خطر الانقراض فى جبهة واسعة .

وهذا يجعلنا قادرين على القول بأن بعض سيناريوهات الانقراض لا يمكن تطبيقها على الانقراضات الكبيرة المفاجئة ، وكمثل لذلك هيا ننظر أمر ڤيروس يكون قاتلا لمن يعوله ولكنه لا يهاجم إلا نوعا واحدا . وڤيروس فقدان المناعة البشرية الذى يسبب مرض الايدز فى البشر يكاد يكون متخصصا لنوع واحد . والڤيروسات التى من هذا الصنف شائعة ولها إمكان القضاء على النواع الواحد - وهناك حالات عديدة مشابهة سجلت بالنسبة للحيوانات . ولكن هذا الميكانزم للانقراض لا يؤثر إلا فى نوع واحد فى نفس الوقت . ولا يمكننا فيما يحتمل أن نفسر انقراضا جماعيا بواسطة ڤيروسات متخصصة لنوع واحد ، إلا إذا كان لنا أن نفترض إما انتشارا تطوريا مفاجئا لڤيروسات كثيرة

مختلفة ، كل منها يهاجم نوعا مختلفا ، وإما ظهور ڤيروس واحد يهاجم أعداد كبيرة من أنواع لا توجد علاقة بينها .

وهناك ضرب آخر من أسباب الانقراض التى تختص بالنوع الواحد . فجزيرة برمودا موطن للسرطان الناسك كبير الحجم ، وهذا النوع نمطى من حيث أنه يتطلب محارة قوقع خالية ليعيش فيها . ولكن برمودا لا يوجد فيها الآن قواقع حية كبيرة بما يكفى لإيواء هذا السرطان . وبالتالى ، فإنه يستخدم محارات قوقع كبير منقرض تظهر حفرياته بالتآكل من رواسب عصر البليستوسين . وتشكل محارات هذه الحفريات مصدرا غير متجدد لإيواء السرطان الناسك . وعندما تنفذ الحفريات فإن السرطان إما أن يتكيف (بأن يصبح فيما افترضه أصغر حجما) أو أنه سيبيد . وإذا باد ، فإن الانقراض سيكون بسبب تأثير ضغط مختص بنوع واحد .

ورغم أن الأسباب المختصة بنوع واحد قد تفيد فى تفسير الانقراضات التى فى الجزء الأسفل من منحنى القتل ، إلا أنها لن تفسر الأحداث الكبرى . فالأحداث الكبرى يلزم لها وجود نوع ما من سبب مشترك . وكما سوف نرى فى الفصول التالية ، فإن السبب المشترك قد يكون بيولوچيا ، مثل انهيار المنظومات الايكولوچية الكبيرة ، أو فيزيائيا مثل تدهور ملحوظ فى المناخ ، أو الاصطدام بنيزك .

مراجع ومصادر لمزيد من القراءة

SOURCES AND FURTHER READING

Chaloner, W. G., and A. Hallam. 1988. Evolution and extinction. London: Royal Society. A collection of research articles on extinction, based on a meeting in London celebrating the two hundredth anniversary of the Linnean society.

Ehrlich, P. T., and A. H. Ehrlich. 1981. Extinction: The causes and consequences of the disappearance of species. New York: Random House. A popular treatment of the extinction problem, with emphasis on contemporary extinction.

Nitecki, M. H., ed. 1984. Extinctions. Chicago: University of Chicago Press. A collection of review articles on extinction-past, present, and future.

Stanley, S. M. 1987. Extinction. New York: Scientific American Books. A comprehensive treatment written for a general audience; emphasis on climate as a major factor in extinction.

الفصل السابع

الأسباب البيولوچية

للانقراض

إن أى ضغط تقريبا ، فيزيقيا كان أو بيولوچيا ، يمكن أن يكون سببا فى الانقراض . وسوف أعرض فى هذا الفصل هو والفصل التالى ، تلك الأسباب التى قد تكون عناصر رئيسية فى عملية الانقراض . ولن يقتصر النقاش على الانقراضات الجماعية ، لأن هذه الأحداث رغم أهميتها ، إلا أنها لا تبلغ إلا جزءا صغيرا من كل الانقراضات . وتبين لنا الحسابات من منحنى القتل أن « الخمسة الكبار » تحوى أقل من خمسة فى المائة من انقراضات الأنواع فى دهر الحياة الظاهرة .

سوف أحاول أن أفصل أسباب الانقراض الفيزيقية عن أسبابه البيولوچية ، ولكننا يجب أن نبقى فى أذهاننا أن موت النوع هو فى النهاية مسألة بيولوچية . فالكائنات الحية الفردية هى والنوع كله تتوقف عن العمل ككيانات حية ، سواء كانت مشاكلها ذات أصل بيولوچى أو كانت مشاكل فيزيقية صرفة . وإذا حدث لأحد الحيوانات ، كالسنجاب مثلا ، أن مات بسبب سقوط جلمود صخر عليه ، سوف يمكننا القول بأن موته له سبب فيزيقى ، وليس له أى علاقة بالبيولوچيا ، ولكننا يمكننا أيضا أن نزعم بأن السبب كان بيولوچيا ، لأن السنجاب لم تكن لديه الفطنة لأن يرى الجلمود وهو قادم إليه . ورغم ما قد يوجد من التباسات ، فإن بعض تفسيرات الانقراض تحبذ العوامل البيولوچية مثل أوبئة من الڤيروسات ، وبعض التفسيرات الأخرى تحبذ العوامل الفيزيائية مثل تغيرات المناخ .

هل الأنواع هشة هى والمنظومات الايكولوچية ؟

يحدث لكل واحد تقريبا فى ثقافتنا أن يدرس له أن مـجـتمـعـات النبـات والحيوان مجتمعات رقيقة – شبكات من أوجه الاعتماد والتفاعل فى توازن معقد إلا أنها مستهدفة . وكل نوع له مكانه ودوره فى المجتمع ، مما تم اكتسابه من خلال ملايين من سنوات التكيف وفى تناسق مع تطور الأنواع الأخرى . بل إن البعض يعتقد أن هذا المجتمع يتطور ويتكيف كما لو كان هو نفسه كائنا حيا . ولو أزلت قطعة من هذه الشبكة المعقدة فإن قطعاً أخرى سوف تبيد ، بل ولعل الكل بأسره سيبيد . إن الاضطراب المفاجئ سواء بواسطة الإنسان أو بواسطة الطبيعة ، هو قوة سلبية ، قوة تدمير يجب تحاشيها .

على أن هذه النظرة للطبيعة التى تُرسَّخ بعمق وتُقوَّى باستمرار فى الفصول المدرسية وفى برامج دراسة الطبيعة والبرامج التسجيلية بالتليفزيون ، لهى ولاشك نظرة مبالغ فيها . ورغم أن هناك الألوف من أوجه الاعتماد المتبادل المعروفة جيدا والمهمة ، إلا أن مجتمعات النبات والحيوان هى أقل انتظاما وأكثر مرونة عما تطرحه هذه النظرية ذات القالب النمطى . بل إن بعض المجتمعات تتطلب بعض قدر من الاضطراب حتى تزدهر . والمثل المعروف لذلك هو صنوبر چاك (پينوس بانكسيانا) ، الذى لا يطرح البذور لإنباتها إلا بعد التعرض لدرجات الحرارة العالية فى حرائق الغابات .

ظل النقاش يثور بين الايكولوچيين المحترفين طيلة سنين عديدة بشأن بنية المجتمعات النباتية والحيوانية . وعند أحد أقصى طرفين نجد أولئك الذين يقتربون وثيقا من فكرة المجتمع ككائن حى ، مؤكدين على النظريات التى تدعو إلى قدر له اعتباره من النظام بين الأنواع التى تعيش فى مكان واحد . وعند الطرف الأقصى الآخر نجد أولئك

الإيكولوچيين الذين يرون هذه المجتمعات على أنها فحسب مجموعات من الأنواع تصادف أن تطابقت مواطن مثواها أو تداخلت ، بينما كل نوع منها يحاول أن يكافح ليتغلب بأفضل ما يستطيع - فيأكل كل ما يكون متاحا ويوجد مكانا لعيشه بطريقه انتهازية .

وقد كان هذا النقاش بنّاء فحفز التفكير بشأن أسس التصور الذهنى للإيكولوچيا . إلا أنه كان فى بعض الأحيان نقاشا مليئا بالضغائن . أما مشكلتى التى تخصنى فهى أن المتحدثين الرئيسيين والزعيمين المثقفين للجانبين المتعاديين هما إثنان من العلماء المحببين إلى نفسى وهما : چيرد دياموند من جامعة كاليفورنيا بلوس انجلوس ودان سيمبرلوف من جامعة ولاية فلوريدا . ورغم أن أيا منهما لا يتخذ موقفه عند أقصى الطرفين ، إلا أن دياموند يناصر المجتمع المنظم تنظيما راقيا بينما سيمبرلوف يتزعم رد الفعل ضد ذلك . وكلاهما يُعدَّان من بين أنبه وأفضل الباحثين كما ينبغى أن تقدمهم المؤسسة العلمية .

ومسألة كون الأنواع هشة أو مرنة مسألة لها علاقتها بمشكلةالانقراض فى الماضى البيولوچى . فإذا كانت الأنواع هشة - أى مستهدفة دائما للانقراض ، فإن الضغوط التى تسبب الانقراض يمكن أن تكون نسبيا ضغوطا خفيفة بل وضغوطا عادية ، أما إذا كانت الأنواع ذات مرونة ، فإن الظروف ينبغى أن تكون أكثرة شدة (أو ربما غير عادية) حتى تسبب الانقراض . وإذا كانت المجتمعات الطبيعية شبكات رقيقة من حيث وجود أوجه للاعتماد المتبادل ، فإن إبادة نوع واحد قد تسبب إبادة أنواع أخرى . ولكن إذا كانت هذه المجتمعات بغير تكامل راق ، فإن انقراضات الأنواع قد يكون كل منها مستقلا عن الآخر .

حالة دجاج المرج

أُبيد دجاج المرج نتيجة الافراط فى صيده ، وهذه الإبادة مثل كلاسيكى للانقراض ، يُعَد واحدا من أفضل الأمثلة الموثقة فى الأزمنة الحديثة . وقد لعبت الأنشطة البشرية هنا الدور الرئيسى ، على أن هناك العديد من التعقيدات فى هذه الحالة بما يجعلها حالة مفيدة كمدخل للأسباب البيولوچية للانقراض .

نجد فى أمريكا المستعمرة أن دجاج المرج نوع صالح للأكل ويسهل قتله وموجود بوفرة فوق الكثير من أرض الساحل الشرقى من ماين حتى فرچينيا . إلا أن صيده صيدا مكثفا ، مقرونا بتخريب مثواه بواسطة السكان البشر المتوسعين ، قد أدى بالتدريج إلى تقليل النطاق الجغرافى لدجاج المرج . وبحلول عام ١٨٤٠ أصبح وجود دجاج المرج مقصورا على لونج أيلاند وأجزاء من بنسلڤانيا ، ونيو چيرسى ، وأماكن أخرى معدودة . ومنذ ١٨٧٠ وما بعدها أصبح دجاج المرج يوجد فقط فى جزيرة كروم مارثا (مارثا ڤاينيارد) أمام ساحل ماساتشوستس . واستمر حجم عشيرة دجاج المرج ينخفض هناك حتى ١٩٠٨ ، عندما تم إنشاء مأوى مساحته ١٦٠٠ آكر * لحماية الطيور الخمسين الباقية .

وتلى هذه الحماية أن أخذ حجم عشيرة الدجاج فى كروم مارثا يزيد زيادة مطردة . وانتشرت هذه الطيور فوق كل الجزيرة ووصل عددها إلى ما يقرب من ألفين بحلول ١٩١٥ . وكان صيدها قد حُرّم منذ زمن طويل ، وتمت حماية المأوى بالتحكم فى النيران . وحتى ذلك الوقت ظلت الأمور تسير سيرا حسنا .

---

* الآكر مقياس لمساحة الأرض يقرب من الفدان المصرى . (المترجم)

ثم حدث أن بدأت فى ١٩١٦ سلسلة من أحداث تعد طبيعية في معظمها ، وأدت إلى الانقراض النهائى للدجاج . وهذه الأحداث هى (١) حريق طبيعى ، نشرته عاصفة قوية ، وخرب الكثير من منطقة توالد الدجاج ، (٢) شتاء قارص ، تلا الحريق مباشرة ، وصاحبه (مصادفة) تدفق غير معتاد من طيور الباز المفترسة ، (٣) الاستيلاد الداخلى * ، الذى نتج عن قلة حجم العشيرة ووقوع تشوه فى نسبة الجنسين ، (٤) مرض للدواجن ، تم إدخاله بواسطة ديوك رومية مدجنة ، أدى إلى قتل عدد له قدره من طيور دجاج المرج الباقية . وبحلول ١٩٢٧ لم يكن متبقيا إلا أحد عشر ذكرا واثنتان من الإناث . وبنهاية ١٩٢٨ لم يتبق إلا طير واحد . وقد شوهد لآخر مرة فى ١١ مارس ١٩٣٢ .

وموت دجاج المرج ليس فى الواقع انقراضا لنوع . فهذا الطير ليس إلا واحدا من العديد من النويعات ((أو التنوعات) التى تنتمى لنوع « تمپانوكاس كيوپيدو » ، والمشهور الآن بأنه أعظم فراريج البرارى ، حيث يحتل نطاقا واسعا إلى حد ما يوجد فى ولايات وسط الغرب الأمريكى وولايات السهول . ومع كل فإن هذه الحالة لها علاقة بالمشكلة العامة للانقراض .

إن الأمر المهم فيما يتعلق بانقراض دجاج المرج هو أن هذا الانقراض قد تطور فى مرحلتين متمايزتين . الأولى هى ما حدث من تدمير بواسطة ضغط جديد مفاجىء – هو الصيد البشرى . وقد أدى هذا إلى تقليل النطاق الجغرافى بصورة عنيفة . والمرحلة الثانية بدأت فى ١٩١٦ ، وهى سلسلة الحوادث – التى كان بعضها فيزيقيا وبعضها بيولوچيا – والتى أدت إلى الانقراض النهائى . وأى من هذه الحوادث ما كان ليكون له أى أهمية لو أن نطاق النوع لم يكن قد حدث له من قبل أن قد أصبح مقصورا على

* قصر التوالد على مجال ضيق للاختيار بين حيوانات (أونباتات) ذات قرابة وثيقة . (المترجم)

جزيرة كروم مارثا . فالحريق ، والافتراس بطيور الباز ، والاستيلاد الداخلى ، وربما مرض الدواجن ، لم تكن بالتى تستطيع إنهاء المهمة لو كان دجاج المرج ما زال موجودا فى نطاقه من ماين حتى فرچينيا . ورغم أن بعض العشائر كانت ستبيد بفعل الضغوط المحلية ، وربما كان هذا قد حدث بالفعل ، إلا أن دجاج المرج كمجموعة كان فيما يحتمل سيواصل الازدهار لولا ما حدث من صيده .

أهمية الضربة الأولى

هل يمكننا التعميم من حالة دجاج المرج ؟ هل يتطلب انقراض نوع راسخ رسوخا جيدا أن يُهاجَم هجوما أوليا قويا - بضربة أولى تصيبه - لتقليل النطاق الجغرافى ، ثم يتبعها تدفق أحداث من سوء الحظ لتنهى المهمة ؟ لعل الأمر كذلك . على أن ثمة مشكلة واحدة . هل يمكن للضغوط التى تعمل بطيئا ، مثل الافتراس بطيور الباز أو ازدياد وقوع فصول شتاء قاسية ، أن ينتج عنها الانقراض بدون ضربة أولى ؟ وهذا أمر يؤدى إلى دخولنا مشكلة التأثيرات طويلة المدى للعمليات البطيئة وله علاقة مهمة بالانقراض الذى يكون على مدى الأزمنة الچيولوچية .

وسنجد فى العديد من الكتابات عن دجاج المرج أن ثمة إجماع على أن هذا النويع كان من الوجهة العملية سيظل خالدا لولا الضربة الأولى . ويعلق سيمبرلوف قائلا أن « الانقراض الطبيعى على نطاق القارات يجب أن يكون أمرا نادرا جدا » . وهو يعنى بكلمة « طبيعى » أنه انقراض بدون تأثير الانسان ، وبكلمة « القارات » أن النوع موزع على مساحات كبيرة ولكن ما مدى ندرة هذه الندرة ؟ بالنسبة لعالم البيولوچيا نجد أن البقاء لمئات أو آلاف السنين أمر مساو للخلود . أما بالنسبة للپاليونتولوچى فإن ألف

سنة أمر تافه ، لأن العائق جد الصغير في الصراع للبقاء قد يكون عاملا حاسما إذا استمر وجوده عبر ملايين السنين . وهذا هو جوهر ما استنتجته بشأن انقراض الثلاثيات الفصية . فأيا ما كان السبب ، فإن الثلاثيات الفصية كان لها معدل بقاء أقل قليلا من معدل بقاء الحيوانات البحرية الأخرى . وهذا هو ما أدى إلى انقراضها وإن كان ذلك قد استغرق ٣٢٥ مليون سنة .

إن ما ذكرناه آنفا ما زال لا ينبئنا عما إن كانت الضربة الأولى هى عموما (أو عادة) أمرا ضروريا لانقراض الأنواع الراسخة رسوخا جيدا . ويظل هذا سؤالا مفتوحا . لقد أثبتنا أن الضربة الأولى ، حين توجد ، تعجل بصورة كبيرة من مسار العملية . وقد أثبتنا (فيما أعتقد) أن الانقراض يمكن أن يحدث بدون ضربة أولى . ولكننا لم نثبت أى سيناريو هو الأكثر شيوعا في تاريخ الحياة ، وبالتالى فهو الأكثر أهمية فى هذا التاريخ .

مشاكل العشائر الصغيرة

تمت دراسة نسبة خطر الانقراض فى العشائر الصغيرة دراسة جيدة بواسطة الايكولوچيين العاملين بفرع علمى جديد نسبيا يسمى بيولوچيا المحافظة على البيئة Conservation Biology . ولما كان أحد أهداف بيولوچيا المحافظة على البيئة ابتكار وسائل للإبقاء على الأنواع المهددة ، فإن مشكلة العشائر الصغيرة قد جذبت إليها اهتماما خاصا كما جذبت إليها المواهب العلمية .

وقد خرج عن هذا المبحث مفهوم « الحد الأدنى للعشيرة القادرة على الحياة » ، وهى فكرة نشأت بواسطة روبرت ماك أرثر و إ . أ . ويلسون فى ١٩٦٧ . وبكلمات دان

سيمبرلوف فإن « العشائر التى تزيد عن هذا الحد (تكون) عمليا محصنة ضد الانقراض ، بينما تلك التى تقل عن هذا الحد (تكون) عرضة لأن تنقرض بسرعة كبيرة جدا » ، ويضع سيمبرلوف قائمة بالأسباب الأربعة الأكثر شيوعا لانقراض العشائر عندما تكون أقل من الحد الأدنى للعشيرة القادرة على الحياة :

١ - « الديموجرافية الجزافية » . وهذه أساسا هى مسألة إفلاس المقامر فى الفصل الثالث . (كلمة « الجزافية » معناها بكل الأغراض العملية هو « العشوائية ») . فعندما تكون العشائر صغيرة جدا ، فإن أوجه الخلل الهينة فى التزاوج ، أو التناسل ، أو فى بقاء الصغار أحياء ، قد ينتج عنها انجراف حجم العشيرة إلى الانخفاض إلى حد الامتصاص عند الصفر . وبكلمات أخرى إذا كانت العشائر أصلا صغيرة جداً ، فإن وقوع حدث متواضع من سوء الحظ يمكن أن ينهى أمرها .

٢ - « التدهور الوراثى » . العشائر الصغيرة لديها بحكم الضرورة طواقم وراثية أصغر مما لدى العشائر الأكبر . وهذا يعنى ، على الأقل بالنسبة للحالات القصوى ، أن النوع قد لا يكون لديه التنوع الوراثى الكافى لأن يتكيف مع الظروف المتغيرة . والعشائر الصغيرة لديها أيضا نزعة لما يسمى « الانجراف الوراثى » ، حيث قد يحدث للطاقم الوراثى تغيير فى اتجاهات عشوائية بصرف النظر عن الانتخاب الطبيعى أو على الرغم منه .

٣ - « الخلل الوظيفى من الوجهة الاجتماعية » ، وهذا بند واسع يشمل التدهور الذى يحدث فى بعض النزعات السلوكية المعينة عندما تصبح العشائر أصغر مما ينبغى . وكمثل ، فإنه فى العشائر التى لا تعيش فى تجمعات ، قد يعتمد الإبقاء على العشائر

على قدرة الذكور والإناث لأن يجد أحدها الآخر حتى تتوالد . وعندما يصبح توزيع العشيرة جد ضئيل ، تنخفض معدلات الولادة .

٤ - « القوى الخارجية » . وهذه تشمل مدى واسع متنوع من عوامل الاضطرابات الكبيرة والصغيرة يمثلها على نحو نموذجي الحريق والمرض والمشاكل الأخرى التى أصابت العشيرة الأخيرة من دجاج المرج فوق جزيرة كروم مارثا . وفى حين أن البنود الثلاثة الأولى فى قائمة سيمبرلوف تنتج عن صغر العشيرة ، فإن القوى الخارجية تهاجم عشائر من أى حجم ، ولكنها لا تحدث ضررا خطيرا إلا فى العشائر الصغرى . ولو كان دجاج المرج قد أمكنه الحفاظ على بعض العشائر بعيدا عن جزيرة كروم مارثا ، حتى ولو كانت عشائر صغيرة ، فربما كان هذا الدجاج سيظل باقيا ، لأن الكثير من تلك القوى الخارجية كانت محلية . وقد أوضح سيمبرلوف أنه بالنسبة للعديد من القوى الخارجية ، قد يكون مدى الاتساع الجغرافى للنوع أكثر أهمية من عدد الأفراد .

إلى أى حد يجب أن يكون عدد العشيرة صغيرا بحيث تكون عوامل سيمبرلوف الأربعة لها مغزاها ؟ لقد تمت دراسة مقدار الحد الأدنى للعشيرة القادرة على الحياة عبر مدى واسع من الظروف ، وكان لذلك بعض نتائج شيقة . فهذا الحد الأدنى متباين تباينا كبيرا من أحد الكائنات الحية للآخر . وأحد أهم المتغيرات هو معدل الولادة المتأصل في الكائن الحى . فمع وجود معدلات ولادة مرتفعة يتمكن النوع من أن يثب سريعا ليرتد من العسر الذى ألم به كما يتمكن أيضا (أثناء أوقات اليسر) من أن يبقى على مقربة من مدى قدرة بيئته على تحمله .

ورغم ما يوجد من تباين في عدد الحد الأدنى للعشيرة القادرة على الحياة ، إلا أن الدراسات كلها تنتهي إلى نفس الاستنتاج المدهش وهو أن : مقدار الحد الأدنى للعشيرة القادرة على الحياة صغير جدا ، وهو عادة في نطاق عشرات معدودة أو مئات معدودة من الأفراد . ودجاج المرج في ١٩١٥ وعدده يبلغ الفين من الطيور ، ربما كان قريبا من حده الأدنى للعشيرة القادرة على الحياة .

إن المخاطر التي يفرضها الحجم الصغير للعشيرة هي مخاطر حقيقية ومهمة . وهي كثيرا ما تمد بالضربة القاضية التي تنهي عملية الانقراض . أما بالنسبة للأنواع الراسخة رسوخا جيدا والتي تهيمن على سجل الحفريات ، فإن الحجم الصغير للعشائر لا يصبح له أهميته إلا بعد وقوع ضربة أولى – أو ما يعادل ذلك من تدهور بطيء يحدث على المدى الطويل .

دعني ألاحظ هنا ملاحظة عابرة ولعل قراء كثيرين قد لاحظوها . فنظرية الانقراض التي أنشأها البيولوجيون يسودها تحليل للكائنات الحية التي تشبهنا بالتقريب – فهي حيوانات متحركة وأرضية وتتوالد من خلال جنسين . لماذا ؟ إن هذا في جزء منه بسبب أننا نحن أنفسنا حيوانات فقارية نقطن اليابسة ، وفي جزء منه بسبب أن الحيوانات الأرضية الكبيرة تسهل دراستها . والكثير مما نعرفه عن الانقراض المعاصر قد تأتى من الطيور . وسبب ذلك هو ما حدث من تراكم ضخم للمشاهدات عبر قرون عديدة على يد المتفانين من الهواة .

على أن مشكلة الانقراض قد تكون مختلفة جد الاختلاف بالنسبة للمجموعات الأخرى من الكائنات الحية . ماذا عن النباتات أو الاسفنجيات أو حيوانات المعلقات

البحرية ؟ ماذا يكون مثلا الحد الأدنى للعشيرة القادرة على الحياة بالنسبة للمحار البحرى ؟

والمحار البحرى مثل الكثير من اللافقريات البحرية ، لديه نظم توالد حيث يكون الاخصاب كله خارجيا ، فليس عند المحار أى شىء يمكن مقارنته بسلوك التزاوج كما يحدث عند الطيور والثدييات . والمحار الواحد فى السنة الطيبة (أو المحظوظة) قد يُنتج عشرات الآلاف من الذرية الناجحة ، أما فى السنة السيئة فإنه قد لا ينتج أى شىء . وبسبب من هذه الفروق ، نجد أن حجم عشائر المحار والكائنات المماثلة ينزع إلى أن يتراوح تراوحا واسعا . وهذا بلاشك يؤثر فى الأنواع التى تكون أصلا مستهدفة للانقراض ، ولكن التحاليل الدقيقة التى أجريت بالنسبة للطيور والفقاريات لم تمتد بعد لمعظم الأجزاء الأخرى من عالم النبات والحيوان .

التنافس

إذا وضعنا فى الاعتبار تأكيدات داروين على التنافس ، فإن المرء قد يتوقع أنه سيكون أول سبب فى أى قائمة للأسباب البيولوچية للانقراض . وقد صُور الصراع للبقاء على هذا المنوال زمنا طويلا – التنافس بين المفترسين وفرائسهم ، وبين المفترسين على فرائسهم ، وبين الفرائس للبقاء . والتنافس ، فيما يحتمل ، هو النغمة الواحدة الأكثر شيوعا فى برامج التليفزيون عن الطبيعة .

وسنجد فى نطاق المجتمع العلمى أن الايكولوچيين وعلماء البيولوچيا التطورية يؤكدون أيضا على التنافس . ويبدو التنافس هكذا على أنه بديهيا عامل فعال . على أن الايكولوچيين يقللون الآن على نحو مطرد من أهمية دور التنافس . والتنافس موجود

بالطبع ، إلا أنه قد لا يكون أمرا حاسما كما كان الاعتقاد ذات يوم ، خاصة بالنسبة للانقراض .

وقد صُممت بعض الدراسات عن الأنواع الحديثة من أجل اكتشاف ما إذا كان التنافس يقلل من فرص البقاء ، وأحسن هذه الدراسات هو ما يتناول ما يسمى جزر المعابر الأرضية – أى الجزر مثل جزيرة ترينيداد وتسمانيا ، التى كانت ذات يوم متصلة بالبر الرئيسى المجاور ولكنها الآن قد عزلت عنه بارتفاع سطح البحر فى العصر بعد الجليدى . وقبل هذا الانفصال ، تكون المنظومة الحيوانية والنباتية فى الجزيرة مماثلة لما فى البر الرئيسى المجاور . على أنه بعد الانفصال تحدث فى الجزيرة انقراضات للأنواع ، لأنها ليست كبيرة بما يكفى لدعم التكامل التام للأنواع (يوجد فى القسم التالى توصيف للعلاقة بين مساحة الأرض وعدد الأنواع) .

تُعد جزر المعابر الأرضية مثالية لدراسة الانقراض فى الماضى القريب ، لأنه يمكننا أن نفترض أن أى نوع موجود الآن على البر الرئيسى وغير موجود فى الجزيرة ، هو نوع قد باد على الجزيرة بعد الانفصال . وهذا المنطق فيه شىء من المجازفة ، ولكن إذا نظرنا احصائيا فى أمر أعداد أنواع تكون كبيرة إلى حد معقول ، ستكون النتائج فيما يحتمل ، نتائج قوية . وقد أجرى چيرد دياموند هو والعديد من الايكولوچيين الآخرين دراسات تفصيلية عن الانقراض على جزر المعابر الأرضية ، وكذلك أيضا عن الانقراض على الجزر المسماه جزر المثوى – أى البقع الصغيرة التى انفصلت حديثا عن مناطق أخرى من نفس المثوى .

وقد قام چون تيربورج وبلير وينتر من جامعة برينستون بدراسة جزيرة ترينيداد كواحدة من جزر المعابر الأرضية ، وتساءلا فى دراستهما عما إذا كانت أنواع الطيور التى تتنافس وثيقا مع الأنواع الأخرى على البر الرئيسى يكون لديها فوق الجزيرة معدل انقراض أعلى من المتوسط . بمعنى أنهما يتساءلان عما إذا كانت الأنواع التى لها منافسون عن قرب فى البر الرئيسى تكون فى ترينيداد الأنواع الأكثر عرضة لأن تكون غير موجودة ؟ ولما كان هناك ندرة فيما يوجد من معلومات سلوكية بحيث أنها لا تكفى لتقييم التنافس على أساس من حالة بحالة ، فإن تيربورج ووينتر قد استخدما لهذا السبب وسيلة تعويضية . فهما يفترضان أن أنواع الطيور التى تعيش طبيعيا مع أنواع أخرى من نفس جنسها (المجانسات) تكون فيما يحتمل فى حالة تنافس مع تلك الأنواع الأخرى .

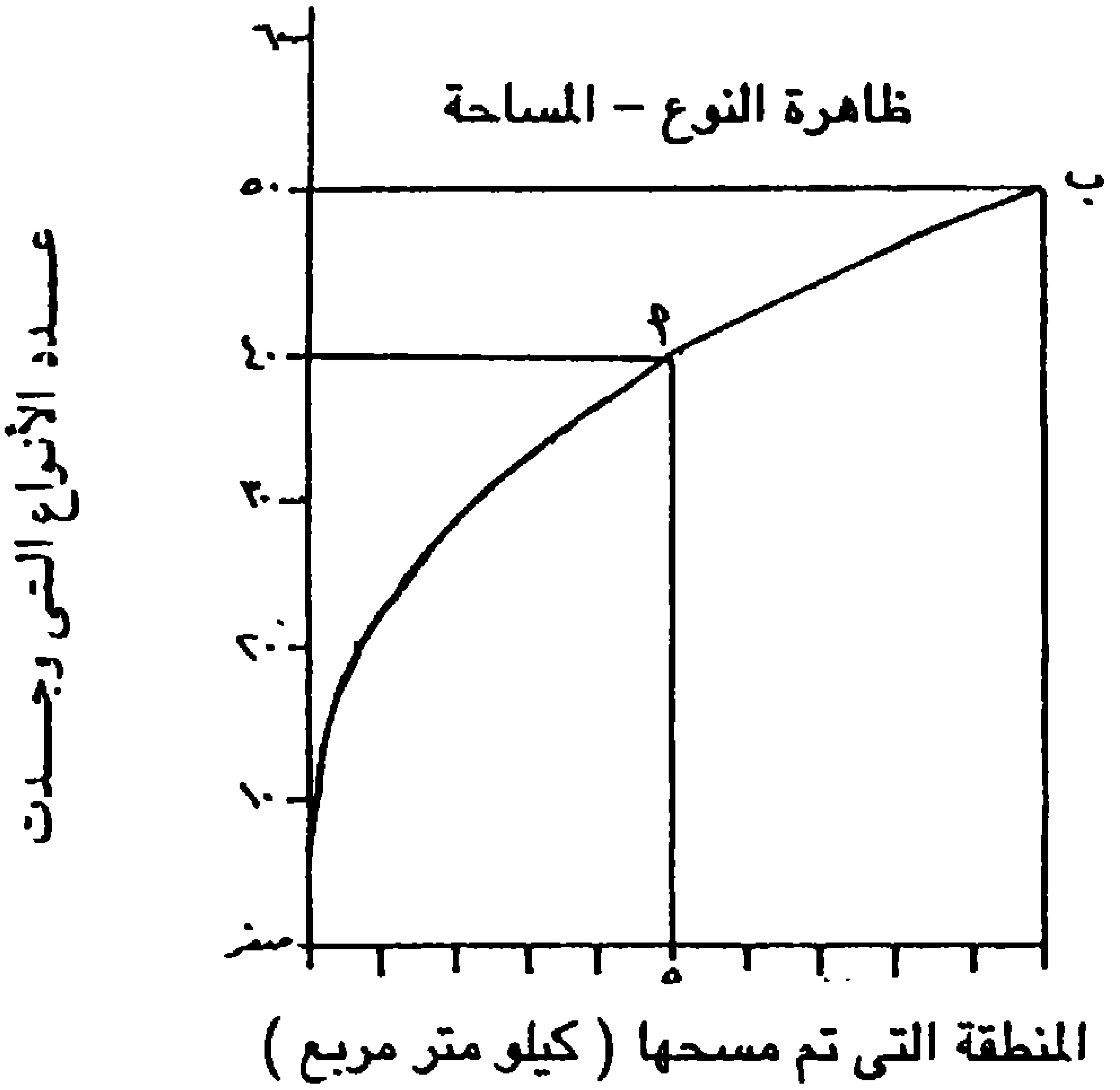
وقد بسّط هذا الفرض من مشكلتهما لتصبح مجرد إحصاء لعدد الضحايا وعدد الناجين ليريا إن كان النوع هو ومجانسيه على البر الرئيسى هم من يحتمل بأكثر عدم وجودهم فى ترينيداد . وكانت الاجابة عن هذا السؤال إجابة بلا . فقد كان عدد الأنواع عدد الأنواع التى ظلت باقية فوق ترينيداد ممن لها مجانسين على البرالرئيسى مماثلا لعدد الأنواع التى ليس لها مجانسين .

وهذه بالطبع نتائج سلبية ، وبالتالى فهى مما يصعب تفسيره . وإذا كان تيربورج ووينتر لم يجدا أى علاقة بين التنافس والنزعة للانقراض ، إلا أن هذا قد يكون بسبب ضروب شتى من عوامل مضاعفات غير مرئية . ومن النادر أن يتمكن المرء من إثبات أن شيئا ما غير مرئى هو غير موجود . على أن تيربورج ووينتر بعد عمل تحاليل شاملة لجوانب كثيرة من التاريخ الطبيعى لهذه الطيور ، توصلا إلى استنتاج صيغ فى مقولة متينة إلى حدما ، وهى أن « الانقراض غير متحيز فى اختيار ضحاياه ، فالأنواع من كل

الأحجام (بمعنى حجم الجسم) ، ومن كل المستويات الغذائية ، والمجموعات التاكسونومية ، كلها تقع فريسة له . وقد ثبت أن الندرة هى أفضل مؤشر للاستهداف له » . وهذا يعود بنا إلى الحد الأدنى للعشيرة القادرة على الحياة وإلى إفلاس المقامر . فالأنواع ذات العشائر الصغيرة هى الأكثر احتمالا لأن تنتهى إلى الانقراض .

ظواهر الأنواع - المساحة

العلاقة بين مقدار المساحة وعدد الأنواع التى يمكن للمساحة أن تبقيها مستمرة ، هى أحد أحجار الأساس فى بيولوچيا المحافظة . ويبين شكل ٧-١ العلاقة النموذجية بين المساحة وعدد الأنواع . والمعطيات الخام هى إحصاء لعدد الأنواع الموجودة فى بقع منعزلة ، جزئيا على الأقل ، إحداها عن الأخرى والمساحات إما لجزر حقيقية محاطة بالماء أو هى جزر مثوى . ونجد فى إحدى دراسات چيرد دياموند أن هذه الجزر هى قمم الجبال فى نيفادا والولايات المجاورة . وحدود هذه الجزر الجبلية تتحدد بكنتور ارتفاع ٧٥٠٠ قدم . وبالنسبة للثدييات الصغيرة التى لا تستطيع طبيعيا عبور وديان الصحراء ، فإن هذا الكنتور يمكن مقارنته بساحل جزيرة فى المحيط ، ونجد أن عدد الأنواع الموجودة فوق كل جزيرة له علاقة ارتباط جيدة بمساحة الجزيرة .



شكل ٧-١ مثل من العلاقة بين المساحة الجغرافية المسوحة وعدد الأنواع التى وجدت . والشكل العام للمنحنى شكل نموذجى ، وإن كان شكل المنحنى المضبوط يتباين حسب البيولوجيا والتاريخ الطبيعى للمنطقة التى تُدرس . ونجد فى الحالة المدروسة هنا أن مضاعفة المساحة المسوحة لا تضيف إلا حوالى ٢٥ فى المائة إلى أعداد الأنواع . وعلاقة الأنواع – المساحة تستخدم على نطاق واسع بواسطة علماء بيولوجيا المحافظة وذلك فى تصميم المتنزهات وغيرها من المناطق المحمية وتستخدم فى التنبؤ بعدد الانقراضات التى ستنتج عن تخفيض المساحة الصالحة كمثوى .

ولو كانت علاقة الأنواع المساحة فى خط مستقيم لما كانت ذات أهمية كبيرة . ولكن هيا نلاحظ ظاهرة هذا المنحنى . عندما نضاعف المساحة عما فى نقطة أ فى شكل ٧-١ (أى من خمسة كيلو مترات مربعة إلى عشرة) سنجد أن عدد الأنواع يزيد (نقطة ب) ولكنها لا تتضاعف - فيزيد عدد الأنواع من ٣٩ إلى ٥٠ فقط . وبالعكس ، عندما تقلل المساحة إلى النصف (من ب إلى أ) تنخفض الأنواع بما يقل عن النصف (من ٥٠ إلى ٣٩) .

هيا نفرض أن لدينا جزيرة بها ١٠٠ نوع ، وأننا قسمناها إلى نصفين متساويين بإقامة سور مرتفع عبر منتصفها . ولنفرض أيضا أنه عند بناء السور كانت كل الأنواع المائة تعيش فوق الجزيرة كلها . ثم إننا ننتظر . إذا كانت ظاهرة الأنواع - المساحة ظاهرة فعالة ، فإن أيا من نصفى الجزيرة لن يتمكن من إعالة كل المائة نوع ، وسوف تحدث انقراضات فى كلا النصفين ، لتقلل الأنواع فى كل منهما إلى العدد القابل للاستمرار فى البقاء فى المساحة الأصغر . وسوف يقل التنوع البيولوچى الكلى لو حدث أن باد فى كل من النصفين بعض الأنواع هى نفسها .

وفى بيولوچيا *المحافظة* ، تستخدم ظاهرة الأنواع - المساحة عل نطاق واسع للتنبؤ بما يفُقد من الأنواع عند نقل منطقة المثوى . وبالاعتماد على شكل منحنى الأنواع - المساحة بالنسبة لمنطقة معينة ولمجموعة معينة من النبات أو الحيوان ، يمكننا الاقلال من فقدان الأنواع إلى أدنى حد وذلك بالتحكم المتبصر فى كمية وتوزيع أماكن المثوى التى توضع فى المحميات - أى فى الجزر الصناعية .

هيا نسترجع خبرة ثيربورج ووينتر عن انقراض الطيور فى ترينيداد ، لقد وجدا أن الانقراض يكون غير انتخابى (عشوائى) فيما يتعلق بكل الخواص

إلا خاصية الندرة الأصلية – فعدد العشيرة هو فحسب الذى يتنبأ بالعشيرة التى ستنتهى بالانقراض . وبالتالى ، فإنه يمكن من الوجهة النظرية ، أن يصمم الواحد منا نظاما للإيواء للمحافظة على أقصى عدد من الأنواع ، حيث بعض الأنواع تبقى حية فى أحد أماكن الإيواء ، بينما أنواع أخرى تكون بالصدفة فى مأوى آخر . على أنه حسب ما وجده تيربورج ووينتر أيضا ، فإن الأنواع التى تكون نادرة من أول الأمر قد لا تبقى حية فى أى من مكانى الإيواء . إن هذه المناقشة المذكورة آنفا لا تكاد تخدش السطح لهذا المجال من البحث المعقد المتنامى . ورغم أنه قد حدث انتقاد لمفهوم الأنواع / المساحة – ذلك أنه ليس بالإحكام الذى عرضته به – إلا أن هذه الوسيلة للتناول تظل وسيلة محورية بالنسبة للمجهودات المبذولة فى سبيل المحافظة التى تتعلق بالانقراض .

الأنواع - المساحة والانقراضات السابقة

مقدار المساحة الصالحة كمثوى والتى تتاح للحياة ، هو مقدار يتناوله التغير عبر الزمان الچيولوچى . وفى عالم البحار يؤدى انخفاض سطح البحر إلى جفاف مساحات شاسعة من الأرفف القارية الضحلة ، وبالتالى فإنه يقلل المساحة الصالحة كمثوى التى تتاح للأنواع البحرية التى تقطن القاع . وهذا الانخفاض نفسه يستنزف البحار الداخلية الواسعة التى ميزت عصور كثيرة فى تاريخ الأرض ، مثل العصر الطباشيرى . وعلى العكس ، فإن ارتفاع سطح البحر يخلق مساحات جديدة للكائنات الحية البحرية . وهناك ظواهر مماثلة تحدث على الأرض بصورة عكسية : فانخفاض سطح البحر يضيف إلى المساحة الصالحة كمثوى .

وارتفاع وانخفاض المعابر الأرضية فيما بين القارات الرئيسية يكون مثل إقامة أو إزالة الأسوار الموجودة عبر جزر كبيرة . فبرزخ بنما مثلا قد تبدل عليه الحال مرات عديدة فى الملايين القليلة من السنين الماضية ، بين أن يكون بارزا أو مغمورا . وعندما تعلو بنما يصبح لدى الحيوانات البرية دهليز طبيعى للهجرة شمالا وجنوبا ، إلا أن الحيوانات البحرية التى فى خليج المكسيك تصبح معزولة عن تلك التى فى شرق المحيط الهادى . وعندما تغطس بنما فإن العكس يحدث .

المبادلة الأمريكية الكبرى

ظواهر الأنواع – المساحة فى المعبر الأرضى البنمى قد تم توثيقها على وجه الخصوص توثيقا جيدا بالنسبة للثدييات البرية . وخلال الكثير من زمن تطور الثدييات كان المعبر البرى مغمورا بما يعزل أمريكا الشمالية عن الجنوبية . وقد تطورت منظومتا الحيوانات الثديية على نحو جد مختلف ، فسادت الجرابيات فى أمريكا الجنوبية ، بينما سادت المشيميات فى أمريكا الشمالية . وحدث بعض هجرة جيئة وذهابا : فثمة ما يسمى بالمهاجرين الشاردين الذين تمكنوا من الانتقال بين القارتين عن طريق جزر تقفز لأعلى أو لأسفل فى سلسلة الأنتيل . إلا أن كل قارة لديها أساسا استقلالها فى تجميعات الثدييات ، كما يبدو عدد الأنواع التى فى كل قارة متوازنا مع المساحة الصالحة كمثوى .

ثم حدث منذ ما يقرب من ثلاثة ملايين عام ، أن انبثق المعبر الأرضى ببطء ومشت الثدييات بالمعنى الحرفى للكلمة من الشمال إلى الجنوب ومن الجنوب إلى الشمال . وقد تضمنت ثدييات أمريكا الشمالية التى انتقلت جنوبا عددا من أنواع

الظربان ، والبقّرى * والذئاب والثعالب والدببة والجمال والخيل والتابير * والمستودون * ومجموعات عديدة أخرى . ومن الثدييات التى اتجهت شمالا المدرع * والشيهم * والأبوسوم * وكسلان الشجر وكسلان الأرض والقرود وآكل النمل . على أن التبادل كان فى غير تساو : فمواطنو أمريكا الشمالية الذين انتقلوا جنوبا كانوا أكثر من مواطنى أمريكا الجنوبية الذين انتقلوا شمالا . وعدم التساوى هذا نبع على نحو مباشر عن حقيقة أنه كان هناك أنواع أكثر فى أمريكا الشمالية من أول الأمر - أى قبل التبادل .

تطرح منحنيات الأنواع - المساحة (مثل منحنى شكل ٧-١) أن المساحة المجمعة للأرض فى أمريكا الشمالية والجنوبية لا تتمكن من إعالة كل الأنواع التى كانت أصلا تحتل القارتين المنفصلتين . وحيث إنه قد حدثت هجرة جيئة وذهابا فإن الانقراض أصبح محتوما .

وقد أدى التبادل فى أول الأمر إلى زيادة عدد الأنواع بالنسبة لكل مساحة سواء فى أمريكا الشمالية أو الجنوبية . إلا أنه حدث بعدها ، عندما أخذت قيود الأنواع - المساحة تُعمل فعلها ، أن انخفض ثانية عدد الأنواع فى كل مساحة ليصل إلى

* البقّرى حيوان أمريكى أشبه بالخنزير . (المترجم)

* التابير حيوان أمريكى استوائى يشبه الخنزير أيضا . (المترجم)

* المستودون حيوان بائد أشبه بالفيل . (المترجم)

* المدرع حيوان ثديى من جنوب أمريكا من الدرداوات ولرأسه وجسمه صفائح عظمية صغيرة تكون درعا ينكمش فيه كالكرة إذا هوجم أو خشى الأذى . (المترجم)

* الشيهم قارض شائك . (المترجم)

* الأبوسوم حيوان جرابى أمريكى يشبه الفأر ويتماوت عند الخطر . (المترجم)

مستويات هى إلى حد ما أقل عن عدد المستويات التى كانت قبل التبادل . والآن نجد أن ٥٠ فى المائة من أجناس الثدييات بأمريكا الجنوبية أصلها من أمريكا الشمالية ، بينما حوالى ٢٠ فى المائة من أجناس أمريكا الشمالية قد أتت من الجنوبية . وبسبب الانقراضات التى نتجت عن التبادل ، وبسبب الانقراض البليستوسينى فى كلتا القارتين ، أصبحت المنظومة الحيوانية الكلية أصغر عن ذى قبل .

تاريخ غابات المطر الاستوائى :

قد تعودنا التفكير فى غابات المطر الاستوائى على أنها الناتج الثابت لتطور بطىء عبر مئات الملايين من السنين . ولكنها ليست كذلك ! فالسجل الچيولوچى يدلنا على أن غابات الأمطار لم تحدث إلا كنقط مبعثرة فى المكان والزمان ، لأنها تتطلب مجموعة غير معتادة من الظروف لم توجد إلا لفترات قصيرة نسبيا .

وغابات الأمطار التى لدينا الآن فى حوض الأمازون وغرب أفريقيا وفى الأماكن الأخرى تعتمد على « الانخفاض » النسبى فى درجات حرارة الكوكب الأرضى الذى يقلل من تمايز الفصول فى المناطق الاستوائية ، كما تعتمد على تشكيل القارات والتضاريس بما يوصل إلى سقوط مطر غزير فى المناطق الاستوائية ، وكذلك على الزمن الضرورى لتطوير الأنواع التى تصنع مجتمعات معقدة . ويوجد فى جامعة شيكاغو عالم مناخ وجغرافيا باليونتولوچية يدعى فريد زيجلر ، وهو يقدر أنه خلال الثلاثمائة والخمسين مليون سنة التى مرت منذ أول نشأة للمنظومات النباتية الأرضية المتباينة ، لم تزدهر غابات المطر الاستوائى إلا لزمن يبلغ حوالى ربع هذه المدة .

ولابد أن التحولات من غابات المطر إلى الغابات غير المطرية يسبب تغيرات ضخمة .

فى المساحة الصالحة كمثوى وهذا بلاشك يفجر زناد انقراضات للأنواع . على أن هذه التحولات ربما كان لها أيضا تأثير بنّاء : ففى كل مرة تعاود فيها غابات المطر نشأتها من النباتات المبعثرة التي ظلت باقية ، يكون ثمة فرصة لابتكار تطورى ، بما فى ذلك وقوع تكيفات جديدة .

وثمة معلومة جانبية مهمة عن ظاهرة غابة المطر ، وهى علاقتها بالتنوع البيولوچى . واليوم نجد أن أغلبية أنواع النبات والحيوان تعيش فى المناطق الاستوائية الرطبة . ولو حدث أن بادت غابات الأمطار الحالية ، فسوف ينخفض التنوع البيولوچى الكوكبى . ولابد وأن التنوع البيولوچى الكوكبى قد حدثت فيه أيضا تراوحات كنتيجة لما كان من تراوحات بالنسبة لوجود غابات المطر فى الماضى الچيولوچى ، ومن المحتمل أن هذه الغابات كانت معا أكثر أو أقل مما هى عليه الآن .

وتاريخ ما لدينا حاليا من غابات المطر خلال الخمسة آلاف سنة الماضية يعد تاريخا له أهميته الخاصة . ومع أن السجل التاريخى هزيل – ذلك أن الحفاظ على الحفريات فى المناطق الاستوائية يكون ضئيلا – إلا أن لدينا مما نعرفه ما يكفى لإثارة أسئلة مهمة . فثمة براهين لها اعتبارها تدل على أن حوض الأمازون هو وغرب أفريقيا قد أصبح أبرد وأجف خلال الخمسة آلاف عام الماضية بما يصل على الأقل إلى أربعة أمثال ، ولابد وأن غابات المطر قد أصابها الانكماش .

ويبين شكل ٧–٢ أحد التقديرات لما حدث من تغيير فى أمريكا الجنوبية . فالخريطة التى إلى اليسار تبين الاتساع الحالى لغابة المطر الاستوائى ، والخريطة التى إلى اليمين تبين مناطق الايواء المحتملة التى احتلتها غابة المطر أثناء فترة الجفاف . وقد تم بناء خريطة مماثلة لغرب أفريقيا : وهى أيضا تبين تكسر منطقة كبيرة متصلة إلى بقع

صغيرة كثيرة . وينبغى أن نضيف أن خرائط غابات المطر فى عصر البليستوسين المتأخر مثار خلاف ، ذلك أن ندرة التوثيق الجيد تستلزم أن تُستخدم أحيانا معطيات استعواضية هى مثار الشك .

توزيعات غابة المطر الاستوائى

فترات الجفاف فى عصر البليستوسين (بالاستدلال)   حاليا

شكل ٧ - ٢ مقارنة التوزيع الحالى لغابة المطر فى أمريكا الجنوبية مع التوزيع المستدل عليه بالنسبة للفترات الجليدية عندما كان مناخ المنطقة أكثر جفافا . والنمط الاستدلالى مؤسس على أدلة من القرائن ، ويحتاج الأمر لإجراء المزيد من البحث الچيولوچى لتأكيد هذا النمط . (الشكل قد أعيد رسمه عن سيمبرلوف ، ١٩٨٦) .

وبصرف النظر عن التضمينات الواضحة بالنسبة لبيولوچيا المحافظة ، فإن تاريخ غابات المطر مثقل بتضمينات تطورية أوسع . لنفرض مثلا أننا نتقبل افتراض أن مساحة غابة المطر قد انخفضت بنسبة ٨٤٪ فى الماضى القريب جدا ، كما يتضح من شكل ٧-٢ . لابد وأن انقراضات كثيرة ستكون قد وقعت ، بعضها من خلال ظاهرة الأنواع – المساحة وبعضها بسبب فناء لأنواع كانت مقصورة طبيعيا على المساحات التى بادت فيها الغابة . ولنتذكر أن الكثير من الأنواع الاستوائية ، وخاصة الحشرات ، لا توجد إلا فى مساحة صغيرة واحدة ، وربما على شجرة وحيدة .

ولو تقبلنا ما سبق ذكره ، فإننا سنجابه بمشكلة أن نفسر كيف أن جزءا جوهريا من التنوع البيولوچى الهائل الموجود فى غابات المطر الحالية قد تم تطويره فى أقل من خمسة آلاف عام . وهذا المعدل لسرعة التنوع يبدو مما لا يصدق ويثير الأسئلة أكثر مما يجيب عن الأسئلة .

إن ضآلة الأساس الواقعى للتاريخ الحديث لغابات المطر أمر يمكن معالجته ، ولكن هذا العلاج لا يكون إلا من خلال برامج بحث مكثفة تعمل من خلال تاريخ المناخ ، والبرهان الباليونتولوچى . وحتى يتم ذلك فإن تاريخ غابات المطر هو ودلالاته التطورية سوف يظلان من الأمور الملغزة .

مراجع ومصادر لمزيد من القراءة

SOURCES AND FURTHER READING

Halliday, T. 1978. Vanishing Birds: Their natural history and conservation, New York: Holt, Rinehart, and Winston. Contains information on the case of the heath hen.

MacArthur, R. H., and E. O. Wilson. 1967. The theory of island biogeography. Princeton: Princeton University Press. A classic monograph developing the species-area idea.

Marshall, L. G., S. D. Webb, J. J. Sepkoski, Jr., and D. M. Raup 1982. Mammalian evolution and the Great American Interchange. Science 215: 1351-57.

Simberloff, D. 1986. Are we on the verge of a mass extinction in tropical rain forests? In Dynamics of extinction, ed. D. K. Elliott, 165-80. New York: Wiley-Interscience. Contains discussion of the postglacial history of rain forests' source for figure 7-2.

Soule, M. E., ed. 1986. Conservation bioligy: The science of scarcity and diversity. Sunderland, Mass.: Sinauer Associates. An excellent collection of research articles on conservation bioligy.

Terborgh, J., and B. Winter. 1980. Some causes of extinction. In Conservation biology: An evolutionary-ecological perspective, ed. M. E. Soule and B. A. Wilcox, 119-33. Sunderland, Mass.: Sinauer Assoctates.

Ziegler, A. M., et al. 1987. Coal, climate and terrestrial productivity: The present and early Cretaceous compared. In Coal and coal-bearing strata: Recent advances, ed. A. C. Scott. Geological Society of America, Special Publication 32. Pp. 25-49. Boulder: GSA. A research article analyzing some aspects of the history of climate, especially those relevant to rain to rain forests.

الفصل الثامن
الأسباب الفيزيقية
للانقراض

نُشر فى ١٩٧٦ مرجع جامعى عنوانه « تاريخ الحياة » كتب فيه ريتشارد كوان من جامعة كاليفورنيا (داڤيز) ، الأسباب التالية للانقراض الجماعى الطباشيرى :

« إن كل أنواع التفسيرات قد طرحت (الاصطدام بالنيازك ، والثورات البركانية الهائلة ، وتفجرات اشعاع مميت من الشمس ، والتسمم بالسيلينيوم من رماد بركانى ، وطوفان نوح ، وما إلى ذلك) . ولكننا كعلماء لهم إدراكهم ينبغى أن نحاول العثور على مجموعة ظروف عادية إلى حد معقول لتفسر لنا الحقائق قبل أن نلجأ إلى تفسيرات من الصعب جدا إثباتها أو تفنيدها » .

وتنطوى هذه الفقرة على الفلسفة التى ظلت لزمن طويل يهتدى بها الچيولوجيون والبانتولوچيون وهى أن : الحاضر مفتاح الماضى . فالاصطدام بالنيازك ، والثورات البركانية الهائلة ، وتفجرات الاشعاع المميت وما أشبه ، لم يحدث قط أن سجلت فى التاريخ البشرى (أى « الحاضر ») بالقوة الشديدة اللازمة لأن تسبب انقراضا جماعيا . وبالتالى ، يمكننا القول بأنها أمور مستبعدة .

ويواصل كوان النقاش فى « تاريخ الحياة » ليتناول العديد من الأسباب « المعقولة » و « العادية إلى حد كبير » التى ينتج عنها الانقراض الجماعى . وينتهى بهذه المقولة :

« وهكذا يمكننا أساسا أن نستنتج أن تغير المناخ الذى تحدثه فى المكان الأول التحركات القارية ، قد لعب دورا رئيسيا فى تسبيب التغيرات البيولوچية عند نهاية العصر الطباشيرى . ومن الواضح أن القصة هكذا تكاد لا تكون إلا هيكلا عظميا ، وتحتاج لأن تكتسى باللحم باستخدام الحقائق المتينة . ولكنها تمدنا بأفضل تفسير حتى الآن للانقراض الطباشيرى الذى وقع فى زمن كان يتلو عن كثب الفيضان القارى فى منتصف العصر الطباشيرى » .

وفى الصفحات التى تقع بين هاتين الفقرتين المستشهد بهما يعرض كوان تبريرات لاستنتاجاته هى تبريرات موجزة وإن كانت معقولة . ويلاحظ كوان أن الانقراضات تشمل كلا من الكائنات الحية البرية والبحرية ، وهى لذلك تتطلب قوة « ذات انتشار عالمى حقا » ، ويؤدى هذا بالتالى إلى إستبعاد أسباب عديدة مما يطرح .

ويختار كوان تغير المناخ على أنه المذنب المسئول لأنه على نحو معقول يمكن أن يؤثر فى كل البيئات ، ولأن هناك برهان چيولوچى على وقوع تبريد للكوكب الأرضى قرب نهاية العصر الطباشيرى . ويضيف كوان إلى ذلك ما حدث من الانقراض الانتخابى للحيوانات الكبيرة ، ملاحظا أنها كثيرا ما كانت « تعيش متقاربة على نحو خطر بالمعنى الايكولوچى » . وكوان لا يزعم أن القضية قد حسمت – فالأمر فحسب أن تغير المناخ هو التفسير المحتمل أغلب الاحتمال .

مأثورات تقليدية

من الناحية التقليدية نجد أن التفسيرات الفيزيقية للانقراض تأتى فى حجمين : أحدهما للانقراض الجماعى والآخر لانقراض الخلفية . وبالنسبة للانقراض الجماعى

نجد أن تغيرات مناخ كوكب الأرض وتغيرات مستوى البحر هى إلى حد بعيد أكثر التفسيرات شيوعا . وثمة تفسير آخر هو التغير فى درجة ملوحة مياه المحيط . على أن ثمة تفسيرا آخر أيضا هو عوز الأوكسچين ، أى نضوب الأوكسچين ، فى البيئات البحرية الضحلة .

أما بالنسبة للانقراضات الصغرى فقد طُرح لها حشد من الأسباب الفيزيقية ، مثل تغير المناخ محليا على الأرض مع ما يصحب ذلك من تغيرات فى معدلات التآكل ، وبالتالى فى كمية وطبيعة الرواسب التى يتم نقلها إلى المحيطات . إلا أن أحداث الانقراض الصغيرة لا تلقى بصورة عامة إلا اهتماما قليلا . ولعلها يُنظر إليها على أنها تبلغ درجة من التعقد أو من التحتم بحيث يكون البحث عن أسبابها غير ذى جدوى بل وغير ضرورى .

مستوى البحر والمناخ

طالما تُوجد محيطات فإن مستوى البحر سيظل فى تراوح . وهو حاليا منخفض نسبيا ، رغم أنه أثناء فترات الذروة من التثليج البليستوسينى كان على مستوى أقل بمائة متر . ويتأثر سطح البحر فى المناطق الصغيرة بالحركات المحلية لقشرة الأرض . وسطح الأرض يُدفع لأعلى أو أسفل بواسطة قوى تكتونية تؤدى إلى إزاحة خطوط تقاطع الأرض والبحر . بل إن سطح البحر يتأثر بالأنشطة البشرية ، كما فى الانخساف الذى نتج عن نزح البترول طيلة سنوات من الصخور التى تقع أسفل لوس انجلوس .

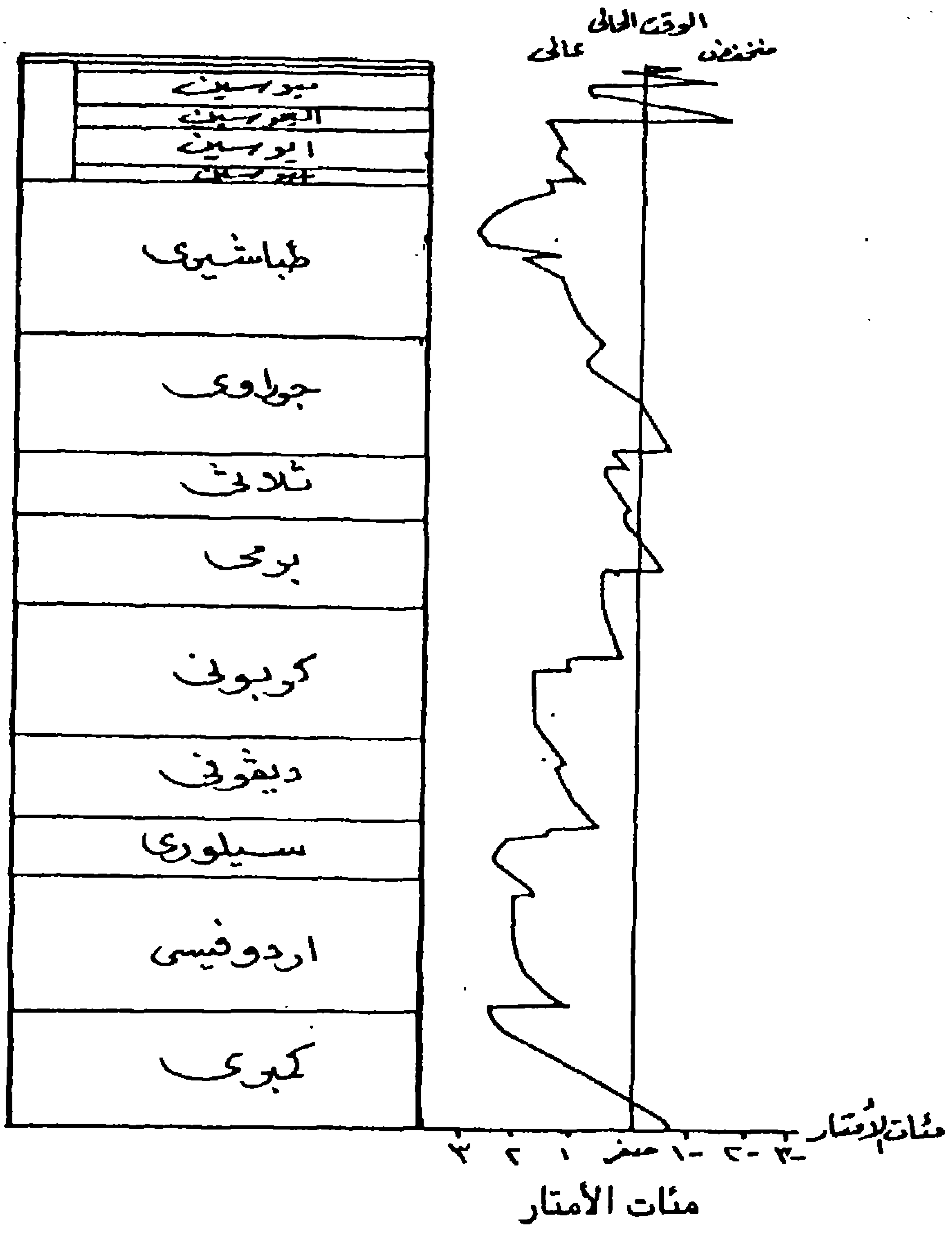
والتغيرات الكبرى فى سطح البحر تنتج إما بواسطة التثليج أو بواسطة تحولات

القشرة التى تغير شكل أحواض المحيطات . وقد ارتفع مستوى البحر على النطاق الكوكبى مع نوبان الثلج القطبى عبر القرون العديدة الماضية . على أن هذا قد وازنه فى بعض الأماكن تحركات محلية ، نشأ بعضها أيضا عن التثليج . وكمثل ، فإن مستوى البحر ظل يهبط باطراد فى أجزاء كثيرة من اسكندناقيا لأن القشرة الأرضية هناك مازالت فى حالة وثوب ارتدادى يعقب إزالة الغطاء الثلجى السابق .

وتجرى متابعة تغيرات سطح البحر خلال تاريخ الأرض على نحو مباشر من الوجهة النظرية ولكن ليس فى التطبيق . فكثيرا ما تدل الحفريات على التوزيع الموجود فى الأرض والبحر : فالكائنات الحية التى يعرف أنها كائنات برية تدل على ترسبات على القارات ، والكائنات البحرية تدل على ترسبات فوق قيعان البحار . وثمة دليل فيزيقى من الصخور الرسوبية يمدنا أيضا بالمعلومات ، خاصة فى الملامح المتميزة لترسبات المياه الضحلة وترسبات الشاطىء . على أن إحدى الصعوبات الشائعة هى أن التأثيرات المحلية أو الإقليمية يمكن أن تعتّم على السجل الكوكبى . ويبين شكل ٨ - ١ أحد الأمثلة لمنحنى سطح البحر - وهو ما يسمى منحنى ڤيل ، وقد أنشأ المنحنى جماعة بحث من إكسكسون .

من المشاكل التى لا يُستهان بها بالنسبة لمنحنيات مستوى البحر أنها تكون أحيانا سرية . ذلك أن شركات البترول تستثمر مبالغ هائلة من أموال البحث والتنمية لاقتفاء أثر سطح البحر القديم ، حيث أن الزيت والغاز ينزعان للتجمع قرب خطوط الشاطىء القديم . والمنحنى المعروض فى شكل ٨-١ قد تم نشره فى الأدبيات العلمية العلنية ، إلا أن مثل هذه النتائج كثيرا ما تُحجب - أو أنها تنشر مع حذف بعض الأجزاء . وأحيانا يتم نشر المنحنى الكامل ولكن المعلومات التى استخدمت فى إنشائه لا يتم نشرها .

منحنى مستوى البحر فى دهر الحياة الظاهرة



شكل ٨-١ أحد تقديرات لتاريخ دهر الحياة الظاهرة بالنسبة لمستوى البحر على النطاق الكوكبى . ونجد أنه لم يُضمن هنا بعض أكبر التراوحات أثناء تثليج البليستوسين وغيره من التثليجات . ولنلاحظ أن مستوى البحر حاليا أقل بعض الشىء عما كان عليه خلال معظم الأزمنة فى الماضى .

(معدل عن ڤيل وزملائه ، ١٩٧٧) .

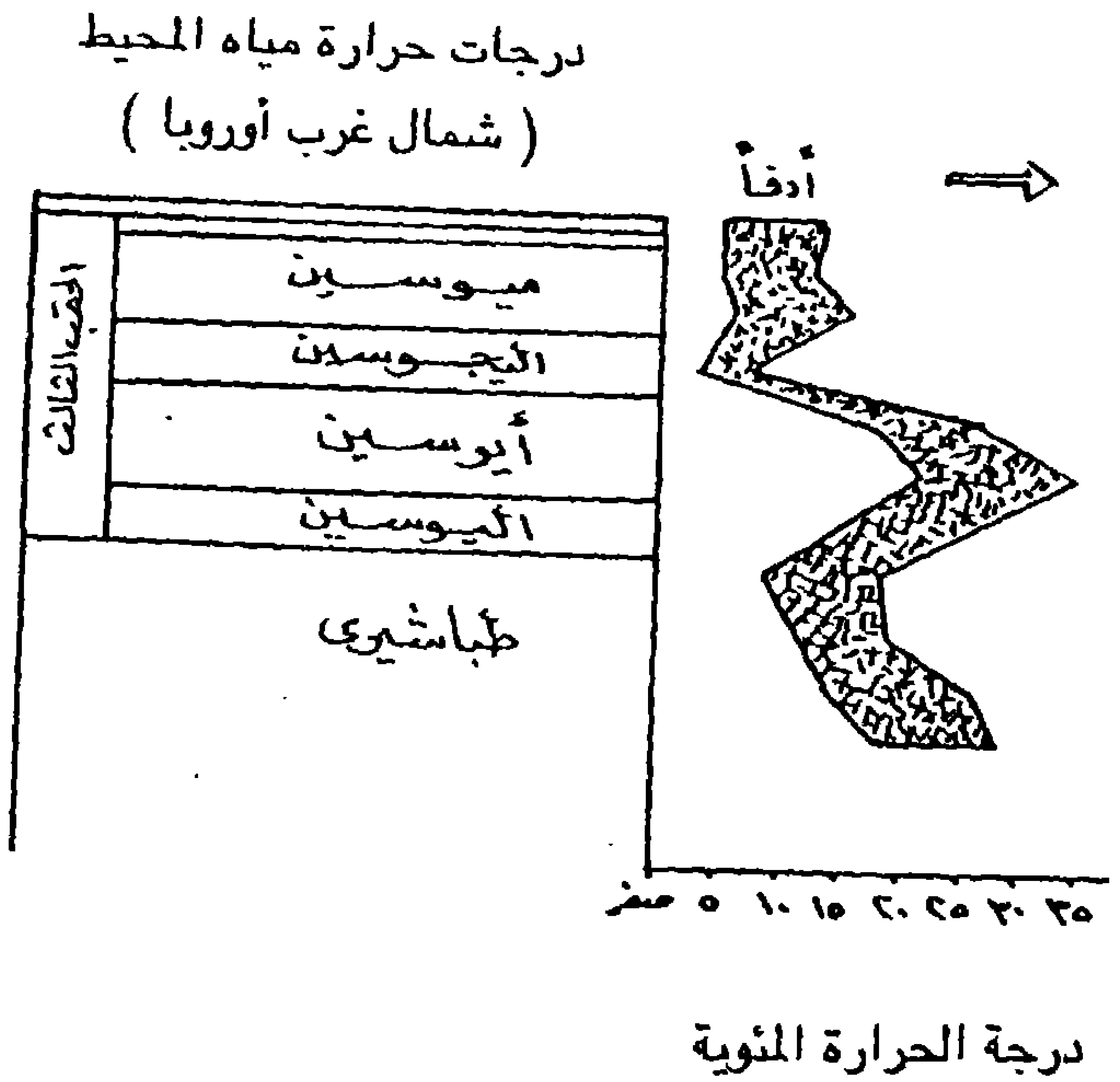
أما التقاويم الزمنية (الكرنولوچية) للتغيرات المناخية فهى حتى أصعب فى إنشائها . فالمناخ أمر معقد حيث أنه يتكون من تجميع لخليط من العوامل مثل درجة الحرارة ، وأنماط الدورات ، وتمايز الفصول وعوامل أخرى . والحرارة هى إلى حد بعيد أفضل ما تم دراسته من بين هذه العوامل الكثيرة . وتتأتى المعلومات عن درجات الحرارة فى الماضى من توزيعات الحفريات التى يعرف عنها أنها تتقيد بالمناخ وكذلك من تحليلات كيماوية معينة - معظمها بنظائر مشعة - تحدد لنا تسجيلات فعلية لدرجة الحرارة . وبالطبع فإن درجات الحرارة تتباين تباينا هائلا من مكان لآخر ، ولا يوجد سجل حرارى واحد يُعدّ نمطيا (سواء على الأرض أو البحر) . وهذا يزيد من تعقد مهمة بناء تقويم زمنى . وعلى الرغم من هذه المشاكل ، إلا أنه قد تم انشاء منحنيات لتاريخ المناخ . ويعرض شكل ٨ - ٢ مثالا لذلك مؤسس على درجة الحرارة .

ظواهر الأنواع - المساحة

سبق أن لاحظنا أن تغيرات التوزيع على البر والبحر تؤثر فيما هو متاح للكائنات الحية من مساحة صالحة للمثوى . ورأينا كيف أن ظاهرة الأنواع - المساحة قد أدت إلى بعض انقراضات للثدييات البرية عندما حدث اتصال بين أمريكا الشمالية والجنوبية عن طريق برزخ بنما . وسوف ننظر فى هذا القسم أمر ظواهر الأنواع - المساحة بالنسبة لما يحدث من تغيرات فى المناخ وفى مستوى البحر .

هيا ننظر أمر الحياة البحرية بالأرفف العريضة التى تحيط بمعظم القارات . فنجد عند الخارج من ساحل القارة النمطية أن القاع يزداد عمقه برفق ليصل إلى عمق حوالى ١٣٥ مترا (فى المتوسط الكوكبى) . وينحدر هذا الرف انحدارا بسيطا بما يصل بالكاد فى المتوسط إلى أكثر من عُشر الدرجة . وحرف الرف له علامة تدل عليه ، هى أن يحدث تغير فى الزاوية حيث ينخفض قاع البحر بحدة أكثر إلى ما يسمى بالمنحدر

القارى . والأرفف القارية تتباين تباينا عظيما فى عرضها بما يتراوح بين رقم يقارب الصفر مقابل جنوب كاليفورنيا ، ليصل الرقم إلى المئات العديدة من الأميال مقابل شرق أمريكا الشمالية .



شكل ٨ - ٢ السجل الحرارى للمائة مليون عام الماضية كما يستدل عليه من نسبة نظير للأوكسجين الذى يعثر عليه فى محارات حفريات الرخويات البحرية . وعرض الشريط يعكس التباين بين التحاليل . ورغم أن تراوحات الحرارة كبيرة إلا أن الاتجاه العام هو اتجاه إلى زيادة البرودة كلما اقتربنا من زمننا الحالى . وهذا الاتجاه نمطى فى السجلات المأخوذة عن حفريات أخرى فى مناطق أخرى ، مما يدل على أن زيادة البرودة حدثت على نطاق كوكبى . (معاد رسمه عن اندرسون ، ١٩٩٠) .

والأرفف القارية غنية بالمواد الغذائية بما يجعلها دائما تعول كتلة حيوية * أكبر مما يعوله المحيط العميق . على أن هذه الأرفف تدخل تماما فى نطاق تأثير تراوحات مستوى البحر . فإذا نُزحت الأرفف القارية ، فإن مثوى الأنواع التى تقطن الرف تقل مساحته على نحو حاد . وستظل هناك مناطق ضحلة نسبيا موجودة فوق المنحدر القارى القديم ، ولكن لما كان هذا المنحدر شديد الانحدار ، فإن المساحة ذات العمق المفضل تصبح أقل .

والمساحة الصالحة كمثوى هى أيضا عامل فعال فى البحار الداخلية الواسعة ، مثل تلك التى كانت تغطى الكثير من غرب أمريكا الشمالية الداخلى فى العصر الطباشيرى . وكان الكثير من هذه البحار ضحلة بما قد يصل فى مساحات واسعة منها إلى عمق بضع عشرات من الأمتار . وبالتالى ، فإن انخفاض مستوى البحر انخفاضا متواضعا فحسب ينتج عنه جفاف كامل .

وتنطبق ظاهرة الأنواع – المساحة بدرجة ما على الأرفف القارية والبحار الداخلية اللذان يتناوب عليهما فيضان المياه ثم نزحها . وعندما تفيض المياه توفر الأرفف والبحار الداخلية مساحات جديدة للتنواع ، ولكن جفاف هذه المساحات نفسها يسبب الانقراض .

والتغير المناخى يؤدى أيضا إلى ظواهر الأنواع – المساحة . فعندما تنخفض درجة الحرارة الكوكبية ، تصبح المناطق المناخية عند خطوط العرض المتوسطة والمنخفضة مناطق أضيق . ويُدفع بخطوط التحارر (خطوط درجة الحرارة المتساوية) إلى الجنوب فى نصف الكرة الأرضية الشمالى وإلى الشمال فى نصفها الجنوبى . وإذا زادت درجة الحرارة الكوكبية ، فإن خطوط التحارر تتحرك بعيدا عن خط الاستواء ، بما يجعل

* وزن أو حجم الأحياء أو الحفريات نباتية أو حيوانية أو كليهما فى وحدة المساحة . (المترجم)

المناطق الاستوائية أوسع . ويشبه هذا التمدد والانكماش فى المناطق الحرارية ما يحدث فى المنفاخ ، وهو يؤدى إلى تزايد ونقص المساحة الصالحة للمثوى بالنسبة لنباتات وحيوانات كثيرة .

وبسبب هذا كله ، فإنه ليس مما يدهش أن تكون تغيرات المناخ ومستوى البحر – التى تُعمل مفعولها من خلال ظاهرة الأنواع / المساحة – هى من العوامل الاساسية المطروحة لأن تصلح كتفسير للانقراضات السابقة .

اختبار مستوى البحر والمناخ

يكاد يكون الأمر أنه لم تُبذل أى محاولة قط لعمل اختبار احصائى عن التقابل بين الانقراض ومستوى البحر أو درجة الحرارة ، وسبب ذلك فى جزء منه هو أوجه عدم اليقين السابق ذكرها بالنسبة لبيانات مستوى البحر ودرجة الحرارة . ولكنى أعتقد أن سبب ذلك أيضا هو حقيقة أن معظم الچيولوچيين والباليونتولوچيين ليسوا مدربين إلا قليلا على استخدام المناهج المناسبة . فمشكلة الانقراض تتطلب تكنيكات مما هو معروف باسم « تحليل التسلسل الزمنى » ، وهذا فرع من الاحصائيات غير موجود فى معظم المقررات الدراسية الأساسية .

وبالتالى ، فإن المحاجات عن المناخ ومستوى البحر تقدَّم عادة بما هو تقريبا صورة كيفية فى شكل تراكمات من دراسات لحالات فردية ، كثيرا ما تشمل واحدا أو أكثر من الخمسة الكبار من الانقراضات الجماعية . ولست أقصد أن أطرح أن التناول غير الرياضى هو تناول سيء بالضرورة . فما أكثر ما كان العلم سيعانيه من العسر

والضيق لو كنا لا نتقبل سوى النظريات التى تدعمها رياضيات صارمة . ولكن تناول الأمور بدراسة الحالة الواحدة يجعل من الصعب مقارنة الحجج وتقييمها .

ثمة اختبار مهم لمدى متانة ظاهرة الأنواع - المساحة عند انخفاض مستوى البحر ، وقد أجرى هذا الاختبار زميلى فى شيكاغو ديف چابلونسكى فى بحث له مع كارل فليسا من جامعة أريزونا . وقد سألا سؤالا مهما هو : لو كان سيحدث أن تنمحى كل الحياة على الأرفف القارية فى زمننا الحالى ، ما هو عدد الانقراضات الكوكبية التى سيتم تسجيلها ؟ أخذ چابلونسكى وفليسا يجمعان المعطيات عن جغرافيا صنوف واسعة التنوع من الرخويات البحرية التى على قيد الحياة . ورتبا بعدها قوائم المنظومة الحيوانية الكوكبية التى تظل باقية بعد محو الأرفف القارية وحسبا معدلا افتراضيا للانقراض . وهذا سيناريو متطرف لأنه لا يسمح للأنواع التى فى الأرفف بأن تنجو بالتحرك مبتعدة عن الشاطىء ، وبالتالى فإن تقدير الانقراض الذى حسبه چابلونسكى وفليسا هو حد أعلى ، أى تقدير لأسوأ الأحوال .

وقد وجد چابلونسكى وفليسا معدل انقراض منخفض بما يدهش نسبته ١٣ فى المائة فحسب من كل العائلات ، وهذا أقل كثيرا من معدل انقراض عائلات الحيوانات المشابهة فى الانقراض البرمى الجماعى (٥٢ فى المائة) . وتفسير ذلك مباشر جدا : فهناك نسبة من ٨٧ فى المائة من كل العائلات الحية لديها على الأقل نوع واحد يعيش فى المياة الضحلة التى حول جزر محيطية ذات جوانب شديدة الانحدار - أى أنها جزر سيتحرك عندها خط الساحل إلى الخارج أثناء الانحسار ، ولكن دون أن تُفقد المساحة الصالحة للمثوى .

ويمكن للرد على چابلونسكى وفليسا أن يُحاج بأن نزح المياه عن الأرفف القارية مجرد ضربة أولى تقلل من أحجام العشائر والنطاقات الجغرافية ، وبالتالى فإن الناجين فى الجزر المحيطية يصبحون مستهدفين للضربة النهائية التى تأتيهم من ضغوط أقل شدة . على أن چابلونسكى وفليسا يردان هذه الحجة بأن يلاحظا أن معظم نسبة السبعة والثمانين فى المائة من العائلات التى لها مأوى فى الجزر موجودة فوق جزيرتين أو أكثر .

يلقى بحث چابلونسكى وفليسا ظلالا من الشك على فعالية الانحسار البحرى – سواء نتج عن التثليج أو التكتونيات – كسبب للانقراض الجماعى ، ولكنى أعتقد أنه لا يغلق الباب على المسألة . فمازال الأمر فى حاجة إلى الكثير من اختبارات أخرى متينة .

ولا يوجد هنا مكان لأن نذكر عرضا كاملا للحجج التى مع وضد المناخ ومستوى البحر كالسبب الأساسى (أو السببين الأساسيين) للانقراضات الكبرى ، والحجج عن ذلك معقدة وتتطلب تحاليل تفصيلية لأحداث انقراض معينة . وبالتالى ، أجد نفسى مضطرا لأن أترك القارىء ومعه فحسب رأى الشخصى بأنه لا المناخ ولا مستوى البحر قد اتضح بالنسبة لأى منهما على نحو مقنع أنه قد سبب أى أحداث انقراض كبرى . على أنه ما زال لدى بالفعل سبب قوى آخر يجعلنى متشككا وهو : تثليج البليستوسين .

خبرة عصر البليستوسين

لو كان من الممكن أن يحدث انقراض جماعى كنتيجة لتغير فى مستوى البحر أو المناخ ، لكان ينبغى أن ينتج عن التثليج القارى الأخير ضربة كبيرة !

وفترة البليستوسين ، كما تسمى رسميا ، قد بدأت منذ ١٫٦٤ مليون سنة . وقد انتهت منذ ١٠٠٠٠ سنة مع التقهقر الأخير لصفحات الجليد القارية . والقرار بأن نجعل فترة البليستوسين تتوقف عند ١٠٠٠٠ سنة ق زح ، هو قرار فيه تفاؤل ، لأنه يفترض أن صفحات الجليد قد تراجعت لآخر مرة . ولما كان التثليج قد أتى فى نبضات عديدة تفصلها فترات معتدلة ، فمن الممكن أننا الآن موجودون فى فترة ما بين تثليجين . ولعل فترة البليستوسين لم تنته بعد .

والسجل البليستوسينى معروف جدا . فهو چيولوچيا قد حدث بالأمس لاغير مخلفا رواسب تسهل دراستها على سطح الأرض . وقد كان البليستوسين زمنا لتغير رئيسى فى بيئات الكوكب الأرضى أثر فى الأوضاع البرية مثلما أثر فى الأوضاع البحرية . وقد ارتفع مستوى البحر وانخفض لمئات الأمتار ، وانضغطت المناطق الحرارية فى اتجاه خط الاستواء ، وكانت الأنماط الرئيسية للطقس تختلف اختلافا ظاهرا عن الأنماط الحالية وخاصة منظومات الرياح الموسمية . وكانت هناك أيضا تغيرات ملحوظة فى ثانى أكسيد الكربون بالغلاف الجوى .

أدت تراوحات مستوى البحر إلى تغيرات جغرافية ، حيث تكونت واختفت جزر وبرازخ مع تعاظم الجليد وانحساره . وعلى الرغم من أن تاريخ الأرض قد شهد فترات جليدية كثيرة ، إلا أن فترة البليستوسين هى فيما يحتمل من بين أقصاها شدة ، على أن من الصعب تقييم درجتها بالضبط لأن الفترات الجليدية الأقدم ليست معروفة جيدا مثلها .

خبرت فترة البليستوسين بعض انقراضات ولكن لا شىء منها يماثل الخمسة الكبار . فشدة الانقراض فى البليستوسين كانت أقل كثيرا مما كانت فى تلك الأحداث الكبار

التى تُستخدم لتحديد العصور والوحدات الأصغر فى الزمان الچيولوچى . وفيما عدا ثدييات البر الكبيرة التى سبق مناقشة أمرها فى سياق نظرية الحرب الخاطفة ، فإن انقراضات فترة البليستوسين كانت متناثرة وذات خصوصية . فكانت مجموعات بيولوچية معدودة تعانى فى أماكن معدودة ، ولم يبد سوى أجناس معدودة أو عائلات معدودة . ولعل الانقراض الأكبر شبها بالانقراض الجماعى هو الانقراض الذى حدث بين الرخويات البحرية فى المنطقة الاستوائية بغرب الاطلنطى وبالبحر الكاريبى ، وهو انقراض بدأ بالتبريد ما قبل الجليدى عند زمن يقرب من ٣ر٥ ما قزح . هذا وقد درس ستيفن ستانلى هذه الحالة جيدا ، واستنتج أنها كانت « انقراض جماعى يختص بمنطقة » أصاب منظومات حيوانية وقعت جغرافيا فى قبضة انخفاض الحرارة . وأجرى ستانلى تحليلا موازيا لرخويات المحيط الهادى لم يُظهر أى انقراض ذى مغزى .

وبالتالى ، فإنه على الرغم من أن الانقراضات حدثت خلال فترة البليستوسين وكان بعضها له علاقة بالمناخ أو بمستوى البحر ، إلا أنها ليست من فئة الانقراضات الجماعية . ولنفس السبب ، فإنه لا توجد علاقة ارتباط ذات مغزى بين الانقراض والتثليج فيما وراء ذلك من الزمان . وكمثل ، فإن الانقراض الطباشيرى الجماعى حدث أثناء فترة طويلة خالية من الجليد . وبالتالى ، فإن خبرة عصر البليستوسين لا يمكن لها إلا أن تخمد فينا حماسنا لأن نعتبر الحرارة ومستوى البحر تفسيرات عامة للانقراض .

أكاد أسمع عند هذه النقطة بعض زملائى وهم يشكون من أنى أضغط بشدة بالغة حتى أعثر على سبب وحيد للانقراض . لماذا لا تتقبل أن معظم أحداث الانقراض هى أحداث مركبة - ويختلف أحدها عن الآخر ؟ لماذا لا يكون انحسار البحر هو السبب المهيمن فى العصر البرمى ، والمناخ فى العصر الطباشيرى ، وشىء آخر جد مختلف فى العصر الديڤونى ؟

واجابتـى أن هـذه قـد تكون حقيقة الطريقـة التى يعمـل بها العالـم ، ولكنى أرجـو ألا تكون كذلك ، لأنه سيكون من الصعب البرهنة عليها ، وذلك للسبب التالى . هب أن الانحسـار الرئيسى والانقراض الجماعى قد حدث كل منهما مرة واحدة فحسب فى تاريخ الأرض . لو أن هذين الحدثين الفريدين تطابقـا زمنيا معـا ، سوف تكون لدينا قضية قوية فى صالح الانحسار كسبب للانقراض . ولكن الانحسارات هى والانقراضات الجماعية توجد مبعثرة خلال كل التاريخ الچيولوچى ، هى وأشياء أخرى كثيرة . وليس من طريقة لتقيم علاقة سبب ونتيجة إلا بأن ننظر إلى أنماط التزامن – وهذا يتطلب أمثلة متعددة لكل زوج من أزواج علاقة السبب والنتيجة . ولو كانت كل أحداث الانقراض مختلفة ، فإن فك شفرة أى واحد منها سيكون أكثر من مستحيل .

أسباب فيزيقية غريبة

إذا كانت العمليات الچيولوچية « الطبيعية » تنقصها القدرة على تسبيب انقراض له أهميته (كما أؤكد أنا) فماذا تكون الخيارات البديلة ؟ حسب التعريف ، فإنها عمليات (أو ظواهر) لم نخبرها نحن قط . وإنه لأمر طيب أن خبراتنا كانت أكثر لطفا ، ولكن هذا يجبرنا على اتباع أسلوب من التخمين .

وأى سبب غريب يحتاج إلى حقيقتين كحقائق داعمة – أنه قد حدث ، كما أنه قد حدث مقترنا مع الانقراض . وهذه العملية أو الظاهرة لابد وأن تترك آثارا لا لبس فيها ، بندقية مازال الدخان ينبعث منها . والعامل المرشح الأحسن إلى حد بعيد هو اصطدام الأرض بحطام من المنظومة الشمسية : مذنبات وكويكبات . وهذه قضية قوية إلى حد كبير ولذلك سوف أخصص لها الفصل التالى . ولكن لننظر أولا بعض الاحتمالات الأخرى .

نشاط بركانى قوى بما لم يسمع به

أحد ما يمكن تصوره من عوامل الانقراض وقوع نشاط بركانى أشد قوة من أى مما فى التاريخ البشرى . وثمة سيناريو مطروح لذلك يستدعى نشاطا بركانيا انفجاريا مثل تفجر بركان كرا كاتوا فى ١٨٨٣ ولكنه بمقياس أكبر - مع تفجر براكين كبيرة كثيرة فى نفس الوقت . وقد بدأت ثورة كراكاتوا بانفجار يعادل مائة ميجا طن من ت . ن . ت * ، ونشر ذلك فى الجو الكثير من الحطام والرماد ورذاذ الكبريتات ، بحيث ظلت آثاره ملحوظة لسنوات عديدة . وانخفضت درجة الحرارة الكوكبية عدة درجات بسبب حجب اشعاع الشمس . ورغم هذه القوة إلا أن تفجر كراكاتوا لم يعرف له أى تأثيرات بيولوچية خارج المنطقة المحيطة به مباشرة . ولكن لو أن آلافا من البراكين مثل كراكاتوا ثارت فى نفس الوقت فإنها قد تقدح الزناد لتغير مناخى كبير ، بل وربما تحجب من ضوء الشمس قدرا يكفى لأن يعوّق التمثيل الضوئى .

وعلماء البراكين يسارعون إلى إيضاح أنه لا يوجد أى دليل على أنه قد حدثت قط أى انفجارات فى نفس الوقت لبراكين كبيرة بما يكفى لأداء المهمة ، كما أنه ليس هناك أى ميكانزم معروف يسبب تفجرات متزامنة . وفوق ذلك فإن النشاط البركانى يخلّف عادة سجلا يبقى على مر الزمن ، وليس هناك دليل چيولوچى لتفجر ثورات بركانية متزامنة . ومن الناحية الأخرى ، فإن المناهج الحالية للتاريخ الجيولوچى قد لا تكون جيدة بما يكفى لارساء الدليل الحاسم على التزامن . والحقيقة أن العصر الطباشيرى المتأخر كان زمنا للنشاط البركانى ، ولكن الدليل على التزامن ينقصنا .

---

* اختصار لاسم مادة ترينيتروتولوين المادة الفعالة فى الديناميت . (المترجم)

وثمة نوع آخر من النشاط البركانى – وهو النشاط البركانى من النوع الفيضانى ، وينتج عنه تجمعات عريضة سميكة من اللابة * دون ثوران متفجر . ومن الأمثلة الجيدة على ذلك الصخور البركانية الموجودة فى مناطق نهر كولومبيا ونهر سنيك فى شمال غرب الولايات المتحدة . وهناك مثل آخر وهو الديكّان (Deccan) ، وهو راسب بازلتى سميك يغطى حوالى ثلث الهند . وتقديرات معدل سرعة الانسياب تطرح أن الحرارة الناتجة كانت هائلة ، ويخمن بعض علماء المناخ أن مصدر حرارة كهذه يمكن أن يغير من الدورة الكوكبية ، خاصة إذا كان على مقربة من خط الاستواء .

والسجل الچيولوچى فيه على وجه التقريب ست رسوبيات من النشاط البركانى الفيضانى تعد كبيرة حقا ، بما فى ذلك الرسوبيات البازلتية لنهر كولومبيا وتلك الديكانية . وفى حالات كثيرة نجد إشارة إلى تطابق فى العصر مع انقراض جماعى . وكمثل ، فإن النشاط البركانى الديكانى ربما يكون قد بدأ فى نفس الوقت تقريبا مع الانقراض الطباشيرى . ولسوء الحظ ، فإن الأمثلة الأخرى قليلة إلى حد بالغ كما أنه يوجد عدم يقين فى التأريخ كبير جدا بحيث يستحيل إجراء اختبار إحصائى جيد . وبالتالى ، فإن أنصار النشاط البركانى الفيضانى (الذين يوجد منهم عدد له قدره) يجدون صعوبة كبيرة فى اقناع زملائهم .

الأسباب الكونية

يُغرم كتاب روايات الخيال العلمى بأن يسجلوا أن الفضاء الخارجى قد يكون بغيضا . فالنجوم تتفجر ويصطدم أحدها بالآخر . والمنظومات الكوكبية تمر من خلال

* جميع لاب : حمم من مصهور الصخر تسيل من فوهة البركان (اللافا) . (المترجم) .

سحب جزيئية ماردة . والمناخ الكونى عرضة لكل أنواع التفجرات من الاشعاع ذى الطاقة العالية . هل يمكن أن أحداثا من هذا النوع تكون قد أثرت تأثيرا خطيرا فى الحياة على الأرض ؟ إن تاريخ الحياة يمتد عبر ١٥ إلى ٣٠ فى المائة من تاريخ الكون . ومن الممكن أن تحدث أمور كثيرة فى ذلك الوقت .

قمت بإجراء محاولات قليلة للبحث عن ميكانزمات للانقراض فى الفضاء ، وذلك بصرف النظر عن المذنبات والكويكبات . وتتراوح الممكنات ابتداء من تأثير نجوم مجاورة تنفجر (السوبرنوفات) حتى التغيرات فى اشعاع الشمس . ولم يكن أى واحد منها بالمثمر . ومعدل وقوع السوبر نوفات معدل معروف إلى حد معقول ، على الأقل إحصائيا ، على أنه يوجد إجماع بين علماء الفلك بأن ما لاقيناه منها عن قرب هو عدد جد قليل بما لا يسمح بأن تحدث أى أذى بيولوچى ذى مغزى .

ومن العوامل المطروحة الواعدة أيضا وجود تباينات فى شدة الشمس (الثابت الشمسى) ، * ولكن ليس لدينا سجلات لما قبل القرون القليلة الماضية . ونحن يمكننا أن نتنبأ ببعض التغيرات التى تحدث للشمس عن طريق نظريات التطور النجمى ، ولكن هذه النزعات تحدث على المدى الطويل (مثل ما يُفترض من زيادة الثابت الشمسى بثلاثين فى المائة عبر تاريخ الأرض) ولا تحدث على المدى القصير مثل مدى الظواهر اللازمة للانقراض الجماعى .

أترك الآن موضوع الأسباب الغريبة مع إحساس بالاحباط . لقد حاولت تقييم

---

* الثابت الشمسى هو المعدل الذى تستقبل به الطاقة الشمسية المتشععة خارج الغلاف الجوى على سطح عمودى على مسار الأشعة عند متوسط المسافة بين الأرض والشمس . وتقدر القيمة المتوسطة لثابت الطاقة الشمسية بـ ١٫٩٤ جرام / سعر لكل دقيقة فى السنتمتر المربع . (المترجم)

عوامل للانقراض لم يحدث لأحد قط أن رآها ، وبهذا أكون قد استدعيت التخمين ، واستدعيت انطلاقات للخيال هى عموما مما يُحتفظ به لمن يكونوا على حافة الجنون . ولكن الاختيار البديل - وهو افتراض أننا نعرف كل العوامل الجيدة المرشحة - هو أمر غير مقبول .

مراجع ومصادر لمزيد من القراءة

SOURCES AND FURTHER READING

Anderson, T. F. 1990. Temperature from oxygen isotope ratios. In Paleobiology, a synthesis, ed. D. E. G. Briggs and P. R. Crowther, 403-6. Oxford: Blackwell. The source for Figure 8-2.

Cowan, R. 1976. History of life. New Tork: McGraw-Hill. A basic college text on paleontology; a new edition is in preparation.

Jablonski, D., and K. W. Flessa. 1984. The taxonomic structure of shallow-water marine faunas: Implications for Phanerozoic extinctions. Malacologia 27:43-66. A research paper testing the hypothesis that sea level lowering should cause extinction in marine organisms because of the species-area effect; recently updated by more data.

Milne, D. H., D. M. Raup, J. Billingham, K. Niklas, and K. Padian, eds. 1985. The evolution of complex and higher organisms. NASA Special Publication SP-478. Washington, D. C.: NASA. The report of a series of workshops held by NASA to evaluate extraterrestrial influences on evolution.

Vail, P. R., R. M. Mitchum, and S. Thompson. 1977. Global cycles of reltive changes of sea level. In Seismic stratigraphy - Applications to hydrocarbon exploration, ed C. E. Payton. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 26. Pp. 83-97. Tulsa: AAPG. The source for Figure 8-1.

الفصل التاسع

صخور تهوى

من السماء

النيزك هو قطعة من كويكب أو شظية صخرية من مذنب تهوى من السماء . وقد تعلمت في الخمسينيات فى المدرسة الثانوية والجامعة شيئا عن النيازك ، ولكنه لم يكن بشىء جد كثير . فدراسة النيازك كانت فرعا علميا صغيرا . على أن هذه الصخور الغريبة توفر للعلماء من دارسى النيازك والكيمياء الكونية لمحة فريدة عن المنظومة الشمسية فى بواكيرها .

وتتأسس دراسة النيازك على الأشياء القليلة التى يُعثر عليها بعد الاصطدام بوقت قصير قصرا كافيا لأن تفلت هذه الأشياء من التحلل . وهى كثيرا ما يُعثر عليها صدفة فى حقول الفلاحين ويكون عرضها عادة من بوصات معدودة إلى أقدام معدودة . ومعظمها تكون صغيرة إلى حد لا يؤدى إلى إحداث أى حفر ملحوظة عند الاصطدام . وأكبر نيزك معروف ما زال فى مكانه فى ناميبيا ، ويقدر وزنه بسته وستين طنا ، وأكبر نيزك معروض هو عينة من ثلاثة وأربعين طنا فى قبة هايدن السماوية بمدينة نيويورك .

وأحد جوانب العقيدة العلمية التى تعلمتها فى المدرسة هو أنه كان من الشائع أثناء النشأة المبكرة للمنظومة الشمسية أن تقع اصطدامات بأجرام كبيرة ، وهى اصطدامات كان لها إسهام مهم فى نشأة الأرض وغيرها من الكواكب البرية . ولكن وابل

الاصطدامات ، كما كان يقال لنا ، قد انتهى قبل تكوين سطح الأرض الحالى بزمن له قدره . وهو قد انتهى لأن مستودع الانقاض المتخلفة عن المنظومة الشمسية المبكرة قد تم استنفاده . وهناك حفر مازال يمكن رؤيتها علي القمر والمريخ ، يرجع تاريخها إلى الوابل المبكر للاصطدامات ، أما الحفر التى كانت على الأرض فقد انمحت بفعل التآكل . والنيازك الصغيرة التى عثر عليها على الأرض ليست إلا بواقى تافهة لسحابة الانقاض التى استنفدت . هكذا كانت تروى لنا القصة . وهذه القصة كالكثير مما نعتقد أننا نعرفه قد ثبت فى النهاية أنها صحيحة فى جزء منها فحسب .

وأكبر خطأ فيها أنها تفوتها حقيقة أن الأجرام الكبيرة قد استمرت تتهاوى بعد الوابل المبكر . وأحد أشهر الأمثلة لذلك هو « حفرة الشهاب » الموجودة فى أريزونا والتى تسمى أيضا حفرة بارنجر . و « حفرة الشهاب » مذكورة فى المراجع فى الخمسينيات ولكن فى تحفظ شديد . وقد ثار الجدل طيلة سنين عن أصلها وأصل كل تكوين دائرى آخر على الأرض يزعم أن له أصل من اصطدام . وقراءة الأدبيات العلمية فى الخمسينيات تثير فى المرء انطباعا بأن علماء الچيولوچيا لم يكونوا يرغبون فى الاعتراف بحفر اصطدام ذات تاريخ حديث . وكان معظم الچيولوچيين مقتنعين بأن « حفرة الشهاب » قد تكونت بواسطة تفجر بركانى حتى وإن كانت المنطقة منثورة بشظايا معدنية من أشابة نيكل وحديد .

ومالبث أن تغير كل شىء فى الستينيات والسبعينيات بسبب اكتشافات عديدة مثيرة :
(١) وُجد أن شكلين من الكوارتز المعدنى - الستيشوفيت Stishovite والسيزيت Coesite - هما مؤشران لا لبس فيهما على الضغوط العالية التى تنتج عن الاصطدامات الكبيرة ؛
(٢) الصور الفوتوغرافية التى أخذت للأرض من الأقمار الصناعية تكشف عن تكوينات

تشبه الحفر كل الشبه بحيث أن الحجج القديمة (عن الكالديرات * البركانية ، وحوادث من التاكل وما إلى ذلك) تهاوت تماما ؛ (٣) يدل تأريخ بعض الصخور القمرية التى عاد بها رواد الفضاء بالسفينة أبوللو ، على وجود حفر عمرها أصغر كثيرا من زمن وابل الاصطدام المبكر ؛ (٤) أثبتت الأرصاد الفلكية للفضاء القريب من الأرض أنه ما زال هناك الكثير من الأجرام الكبيرة لها مدارات تتداخل مع مدار الأرض - أى أنها كويكبات يمكن أن تصطدم بالأرض .

ومع هذه الكشوف المشجعة ، أخذ الچيولوچيون فى البحث على نطاق العالم كله عن حفر للاصطدام . وتحقق حتى الآن وجود ما يزيد عن مائة حفرة . والحقيقة أن « حفرة الشهاب » قد أُنزلت إلى مرتبة أدنى ، حيث أنها من أصغر الحفر (قطرها ٢ر١ كيلو متر) ومن أحدثها سنا (٠٠٠ ٥٠ سنة ق زح) .

على أن معظم الباليونتولوچيين والكثير من الچيولوچيين لم يسمعوا عن الأبحاث الجديدة عن الحفر ، ولاهم على وعى بأن وجهة النظر القديمة عن وابل الاصطدام المبكر هى وجهة نظر قد تهاوت . وهذا يفسر ما حدث من الفزع والانكار عندما طرحت ورقة بحث الفاريز فى ١٩٨٠ أن سبب انقراض ط - ث الجماعى هو اصطدام بنيزك . لقد كان هذا مثل أن يطرح أحدهم أن الديناصورات قد أطلق عليها الرصاص رجال خضر صغار * من سفينة فضاء .

---

* الكالديرات : الكالديرا منخفض عظيم فى أعلى البركان يحل محل القمة التى نسفها البركان أثناء أحد انفجاراته الشديدة . وقد يبلغ قطر الكالديرا عشرة كيلو مترات أو أكثر . (المترجم)

* الرجال الخضر الصغار شخصيات خيالية من الأقزام الصغيرة جدا ترد فى حكايات الأطفال الإنجليزية . (المترجم)

معدلات تكوين الحفر:

يوجد حاليا إجماع على أنه وإن كان هناك حقا مرحلة أولى من وابل ثقيل من الاصطدامات تبعها انخفاض حاد فى الشدة ، إلا أن وابل الاصطدامات ظل مستمرا حتى يومنا الحالى بمعدل متوسط ، بل إن هناك دليلا على أن المعدل قد ازداد عبر الستمائة مليون سنة الأخيرة .

وقد أوردنا فى أسفله أحدث التقديرات عن المعدل الحالى لتكوين الحفر . وقد تأتت هذه الأرقام من بحث أجراه يوچين شوميكر بهيئة المساحة الچيولوچية للولايات المتحدة ، وقد أسهم شوميكر إسهامات هائلة فى دراسات الحفر ، كما أسهم أيضا بصورة مستقلة فى البحث التليسكوبى عن الكويكبات ذات المدارات التى تقطع مدار الأرض . وقد تم التعبير عن هذه التقديرات كمتوسط للفترات الزمنية (فترات الترقب) التى بين الحفر ذات الأحجام المعينة . ويشمل ذلك الحفر التى تحدثها كويكبات (٧٠ فى المائة) والتى تحدثها نوى المذنبات (٣٠ فى المائة) . وأحجام الحفر يمكن تحويلها ، بصورة تقريبية على الأقل ، إلى أحجام الأجرام التى أحدثتها . وحسب السرعة وزاوية الاصطدام وغير ذلك من العوامل ، فإن جرما من كيلو متر واحد يحدث حفرة من ١٠ – ٢٠ كيلو مترا ، والجرم الذى يكون من عشرة كيلو مترات يحدث حفرة من ١٥٠ كيلو مترا . ولنلاحظ أن الجدول يهمل الحفر الصغرى مثل « حفرة الشهاب » فهى شىء تافه ، على الرغم من الصور الفوتوغرافية والأفلام التليفزيونية المثيرة . و « حفرة الشهاب » قد أحدثها جرم قطره يقرب من عرض ملعب كرة قدم . وتكوين الحفر هو مثل الكثير من الظواهر الطبيعية التى ناقشناها ، له منحنى توزيع ذى ميلان كبير : أى أحداث صغيرة كثيرة وأحداث كبيرة معدودة .

ونحن فيما يتعلق بمشكلة الانقراض ، فى حاجة إلى أن نعرف مدى صحة تقديرات شوميكر وما إذا كانت الاصطدامات ذات قوة تدميرية تكفى لأن تفسر انقراضات الأنواع . ويقرر شوميكر أن عامل عدم اليقين عنده هو « على الأقل عامل من ٢ » وهذا يعنى أنه عند تقدير متوسط من ١١٠ ٠٠٠ سنة كمعدل مباعدة بين الاصطدامات التى تحدث حفرا من عشرة كيلو مترات (أو أكبر) فإن هذا التقدير قد يتراوح بما يكون فى أى نقطة بين ٥٥ ٠٠٠ سنة و ٢٢٠ ٠٠٠ سنة ، بمعنى أنه قد يكون بمقدار نصف أو ضعف التقدير المختار . وهذا بلا شك مدى واسع ، ولكنه يضعنا فى ساحة الملعب . وعدم اليقين هكذا يكاد يكون أمرا معروفا ، لأن التقديرات قد تم الاستدلال عليها بأبحاث مستقلة لدراسات على الحفر التى على الأرض ، والحفر التى على القمر والكواكب ، ومن مشاهدات عن الكويكبات والمذنبات المعاصرة .

قطر الحفرة	متوسط الفترة الزمنية
< ١٠ كم	١١٠ ٠٠٠ سنة
< ٢٠ كم	٤٠٠ ٠٠٠ سنة
< ٣٠ كم	١ر٢ مليون سنة
< ٥٠ كم	١٢ر٥ مليون سنة
< ١٠٠ كم	٥٠ مليون سنة
< ١٥٠ كم	١٠٠ مليون سنة

وإذا كان هناك انحراف فى تقديرات شوميكر المختارة ، فإن اتجاه هذا الانحراف سيكون فيما يحتمل إلى جانب الانخفاض لأن الحفر ما زال يتواصل اكتشافها وما زلنا نشهد كويكبات جديدة بمعدل متزايد . وفوق ذلك فإن تكوينات الاصطدام على الأرض هى على وجه شبه مؤكد قد بخس عددها ، وذلك نتيجة سياسة شركات البترول . فالكثير من الحفر مدفونة تحت صخور أصغر عمرا ، والصخور المتكسرة التى تجاورها توفر وسطا مثاليا لتجميع الزيت والغاز . وشركات البترول أصبحت مؤخرا على وعى بقيمة الحفر التى تحت سطح الأرض ، ولذا تعزف عن إعلان مواضعها . ومن حسن الحظ أن هذه ليست الطريقة العامة للتعامل ، ومنذ سنوات معدودة وجدت شركات البترول العاملة على الرف القارى بنوڤاسكوتيا معلومات أعلنتها عن حفرة مدفونة لها أهميتها بالنسبة لمشكلة الانقراض : وهى حفرة مونتانياس ، وقطرها ٤٥ كيلو مترا . والقانون الكندى يتطلب إعلان هذه المعلومات .

قوة التدمير:

ها هنا لا تخبرنا مشاهدات وقتنا الحالى عن أى شىء . فنحن لم نخبر أى اصطدام يقرب حتى من أصغر واحد فى جدول شوميكر ، ولا سجلت حضارتنا أيا من ذلك . وأكبر ما لدينا هو حدث تونجوسكا . وقد وقع هذا الحدث فى بقعة غير مأهولة من سيبريا فى ٣٠ يونيو ١٩٠٨ ، ورغم عدم وجود أى حفرة ، إلا أن الأشجار تهاوت عبر آلاف الأميال المربعة كنتيجة لموجة الصدمة . فقد انفجر الجرم الهاوى عند اصطدامه بالغلاف الجوى . وانطلقت طاقة تعادل ما يقرب من إثنى عشر ميجا طن من مادة ت ن ت ، وهو ما يقارب طاقة قنبلة هيدروچينية كبيرة جدا . وتم رصد (وسماع) الحدث بواسطة المسافرين وطاقم القيادة فى قطار سريع عبر سيبريا على بعد يقرب من ٣٥٠ ميلا ، على أن الحدث لم تتم دراسته على أرضه إلا بعد مضى سنوات .

وتقديرات القوة التدميرية للنيازك تتأسس بالكامل تقريبا على النظرية أو على محاكاة كمبيوتر مؤسسة على النظرية . وحتى بالنسبة للاصطدام بجرم من كيلو متر واحد (عشرة ملاعب كرة قدم) فإن الطاقة المنطلقة يصل تقديرها حقا إلى ما لا يصدق ، فهو يفوق بأضعاف كثيرة الطاقة التى تنطلق من التفجير المتزامن لكل الأسلحة النووية الموجودة . وقد ذكر لويز ألفاريز تقديرا لما يحدثه الاصطدام بجرم من ١٠ كيلو متر بأنه : مائة مليون ميجا طن من ت . ن . ت . وحتى لو كان هذا الرقم أكبر مما ينبغي ، فإن القوة التدميرية هنا تتحدى أى خيال .

وتتضمن التأثيرات التى يُتنبأ بها للاصطدامات الكبيرة وجود موجات صدمة وتسوناميات (أو موجات مد) ، ومطر حمضى ، وحرائق غابات ، وظلام يسببه الغبار والسناج بالغلاف الجوى ، وزيادة أو نقص درجة الحرارة على نطاق الكوكب الأرضى . وينشأ عدم اليقين بشأن درجة الحرارة عن جهلنا بما إذا كان الغلاف الجوى المكتل بالأنقاض سوف يسبب ظاهرة سخونة بيت النباتات الزجاجى * (كنتيجة لانحباس الحرارة) أو أنه سيسبب بردا شديدا (كنتيجة لانخفاض ضوء الشمس) .

وفيما عدا هذه التعميمات ، فإن معرفتنا بما سيحدث من تأثيرات فى البيئة لهى معرفة ضئيلة . ولما كنا نحن أنفسنا تعوزنا خبرة ممارسة الاصطدام ، فإن أحسن ما يمكننا الرهان عليه يكمن فى سجل الحفريات . فبفرض وجود اصطدامات زمنها مؤرخ تأريخا جيدا ، ماذا تكون صنوف الأنواع التى قتلت ، وفى أى مثوى قتلت (إن كان

---

* ظاهر ة أن تزيد درجة الحرارة على الأرض مثلما تزيد فى بيت النباتات الزجاجى (الصوبة) ، وذلك نتيجة لزيادة مواد فى الغلاف الجوى كثانى أكسيد الكربون ، تعكس الحرارة ثانية إلى الأرض بدلا من أن تُحمل الحرارة بعيدا عن الأرض . (المترجم)

هناك قتل) ؟ وإذا ثبت أن هذه الطريقة للتناول هي مما يصلح فإنها ستكون مثلا آخر حيث الماضي هو مفتاح الحاضر (والمستقبل) .

الفاريز وانقراض ط - ث

كثيرا ما رُويت قصة الراحل لويز ألفاريز ، ذلك الفيزيائي الحائز على جائزة نوبل الذي صار كالنذير العلمي ، وكيف أنه أجرى مع ابنه الچيولوچي والتر ومع الكيميائيين فرانك أزارو وهيلين ميشيل ، بحثا عن الانقراض الجماعي ط - ث . وينبغي على القراء الذين يريدون التفاصيل الكاملة لذلك أن يقرأوا مقال مجلة « ناشيونال چيوجرافيك » (يونيو ١٩٨٩) أو أيا من الكتب العديدة التي كرست لهذه القصة - بما في ذلك فيما افترض ، جهدي الخاص الذي أُطلق عليه « مسألة نمسيس » (١٩٨٦) ، وسوف اتناول الأمر هنا تناولا موجزا .

اكتشفت مجموعة الفاريز تركيزات عالية من عنصر الأيريديوم في صخور الحد الفاصل بين العصر الطباشيري والحقب الثالث في إيطاليا والدنمرك ونيوزيلندا . والأيريديوم يشيع وجوده في بعض النيازك ، ولكنه نادر في القشرة الأرضية بما يقرب من التلاشي . واستنتجت مجموعة الفاريز على نحو جد منطقي أن راسب حد ط - ث قد تكون من أنقاض من الاصطدام بكويكب أو مذنب صخري . فالأيريديوم موجود فيه بكثرة وافرة بحيث أن الجرم المصطدم (الذي كثيرا ما يدعى بالنيزك المتفجر) لابد وأن قطره كان عشرة كيلو مترات . وبسبب تزامن التوقيت مع انقراض جماعي كبير ، فقد طرحت المجموعة أن التأثيرات البيئية لهذا الاصطدام هي التي سببت الانقراض . وأرجعوا قتل الأنواع إلى أنه أساسا ناتج عن توقف التمثيل الضوئي في البر والبحر بسبب سحابة الأنقاض .

حدث رد فعل عاصف لما نشره ألفاريز ، الأمر الذى حفز أبحاثا جديدة بلغ من كثرتها أننا أصبحنا الآن نعرف عن حد ط - ث وعن الانقراض الجماعى أمورا أكثر كثيرا عن أى مما عرف قبل ذلك . وتم العثور على تركيزات من الايريديوم فى عدد لا يحصر من صخور حد ط - ث فى العالم كله . وأهم من ذلك أنه تم اكتشاف مؤشرات جديدة بشأن الاصطدام - معادن تحولت بنيتها بالصدمة ، وكذلك إيماءات من النظائر . بل إنه تم العصور على معدن الستيشوفيت الذى يدل على وجود ضغط فائق العلو . وبالتالى ، فإن الأيريديوم الآن هو واحد فحسب من بين المؤشرات الكثيرة على الاصطدام عند ط - ث (وهو حتى ليس بأفضلها) .

وسوف تستفيد قضية اصطدام ط - ث لو وُجدت حفرة محققة لها الحجم والعمر المناسبين . وهذا أمر لا يعد حاسما بالنسبة لأغلب الچيولوچيين ، لأن قدرا كبيرا من سطح كوكب الأرض يقع تحت المحيطات ، حيث يصعب التعرف على الحفر ، ولأن الكثير من قيعان البحار فى العصر الطباشيرى قد أصابها التدمير (شُدت) بواسطة تكتونيات القشرة . على أن معظم الباليونتولوچيين يودون لو وُجدت هذه الحفرة - فهى بمثابة البندقية التى ينبعث منها الدخان - وإلى أن يتم العثور على تلك الحفرة فإن فكرة ألفاريز ستظل مثار الخلاف .

وقد تكون مشكلة الحفرة المفتقدة على وشك الحل . فأثناء كتابتى لهذا الفصل فى يونيو ١٩٩٠ ، يجرى فى المجتمع العلمى عملية هضم لتقريرين حديثين يركزان على البحر الكاريبى ، وأحدهما يبحث فى حفرة محتملة تقع تحت يوكاتان ، والآخر يوصف صخورا فى هايتى بما يطرح أن رسوبا قد وقع إثر اصطدام ضخم . وقد أدلى ريتشارد كير (العالم والكاتب العلمى) بتعليق فى مجلة « ساينس » يقدم فيه أحد

هذين التقريرين ، وهو يلاحظ فى تعليقه « أن وجود مكان للاصطدام له مصداقيته سوف يستكمل البرهان على نظرية أن الانقراض الجماعى الذى حدث فى نهاية العصر الطباشيرى قد قُدح زناده بواسطة اصطدام بين الأرض واحد الكويكبات » . ثم يذكر بعدها فى نفس الفقرة أن هناك « دليلا كافيا بالنسبة لمعظم العلماء المشاركين فى الأبحاث » . وتعليق كير يعطينى إحساسا قويا بأن هناك تحول فى الرأى فى صف النظرية . ولعل الأمر أنه فى خلال الشهور القليلة التالية ، سيكون من الصعب أن نجد قط أى فرد يشك فى الصلة بين الاصطدام والانقراض . وقد حدث ما يماثل ذلك فى الستينيات حيث تم تقبل وجود صلة بين تكتونيات القشرة والانجراف القارى .

دورية الانقراض ونمسيس

الاصطدام بنيزك كسبب محتمل لانقراض ط - ث أمر يرتبط فى أذهان الكثيرين ارتباطا لا ينفصم بمشكلة أخرى - هى ما يزعم من وجود تعاقب دورى كل ٢٦ مليون سنة بالنسبة للانقراضات الكبرى . على أن الفرضين كل منهما مستقل عن الآخر .

فى ١٩٨٤ نشر چاك چابلونسكى وإياى ورقة بحث قصيرة تطرح تحليلا احصائيا للانقراضات الرئيسية عبر الخمسين والمائتى مليون سنة الماضية ، مع استنتاج أن المباعدة فيما بين هذه الانقراضات هى مثل دورة ساعة - فتحدث كل ٢٦ مليون سنة . وليست هذه فكرة جديدة ، والحقيقة أننا كنا فحسب نؤكد على استنتاج مماثل توصل إليه أ . چ فيشر ومايكل أرثر (وكلاهما كان يعمل وقتها فى برنستون) منذ سبعة أعوام . ولم نقترح ، أنا وچاك ، آلية سببية لهذا التعاقب الدورى . ولكننا طرحنا بالفعل أنه قد يكون فيما يحتمل ناجم عن شىء من خارج الأرض .

وإذ تقبل العديد من علماء الفلك استنتاجاتنا ، فقد افترضوا ميكانزمات فى المنظومة الشمسية أو المجرات لتفسير التعاقب الدورى على الأرض . وكان الافتراض الذى لفت أكثر الانتباه ، هو افتراض أن شمسنا لها نجم صغير مرافق ، يحدث فى سياق مداره الذى يستغرق ٢٦ مليون سنة أنه يندفع مقتربا من مكاننا فى المنظومة الشمسية اقترابا يكفى لجلب وابلات من المذنبات فوق الأرض . وقد أعطيت لهذا الكوكب المرافق للشمس أسماء كثيرة ، على أنه فى الأغلب يدعى نمسيس .

كُرس الكثير من البحث والمطبوعات المنشورة لموضوع التعاقب الدورى وتفسيرات علماء الفلك له . وهاك ملخص موجز للتطورات الحديثة فى هذا الأمر .

* تم إعادة تحليل معطيات الانقراض بواسطة العديد من علماء الإحصاء والچيولوچيين والبانتولوچيين وعلماء الفلك . ونتائج ذلك فيها خلط : فحوالى النصف يؤيدون تعاقبا دوريا كل ٢٦ مليون سنة (مع مراجعة بسيطة للفترة التعاقبية فى بعض الحالات) ، أما النصف الآخر فلم يجد أى دليل مقنع لدورات من أى فترة كانت .

* يرفض معظم علماء الفلك فكرة النجم المرافق (نمسيس) وكذلك الميكانزمات الأخرى التى تفترض بشأن التعاقب الدورى . وقد فشلت فكرة نمسيس لأن عمليات المحاكاة بالكمبيوتر دلت على أنه لو وجد كوكب رفيق صغير فى مدار كبير فسيكون غير مستقر - بحيث يسهل جدا اضطرابه كنتيجة لالتقائه عن كثب بالنجوم الأخرى . ونمسيس لم يتم الكشف عنه بعد رغم البحث عنه بحثا له قدره باستخدام تليسكوب أوتوماتيكى .

ورأى الخاص هو أن التعاقب الدورى ما زال حيا معافى كتوصيف لتاريخ الانقراض خلال الخمسين والمائتى مليون سنة الماضية - وذلك بالرغم من افتقارنا لوجود ميكانزم له قابل للحياة . وقد خمد الجدل بهذا الشأن إلى حد كبير لأن معظم العلماء المشاركين فى الأمر قد قرروا أن معطيات الانقراض لا تُظهر أى تعاقب دورى . ولكن الاقتراح ما زال مطروحا على المائدة ، فى انتظار معطيات جديدة ، أو طرائق جديدة للنظر فى المعطيات القديمة .

ولحسن الحظ ، فإن التعاقب الدورى ليس بالأمر الحيوى بالنسبة لموضوع هذا الكتاب . ومن وجهة النظر التطورية ، لا يوجد فارق كبير بين أن تأتى الانقراضات على فترات منتظمة أو على فترات غير منتظمة . والواقع أن منحنى القتل الذى يتأسس على متوسط أزمنة الترقب الموجودة بين الأحداث ، هو أمر مستقل تماما عن التعاقب الدورى .

مراجع ومصادر لمزيد من القراءة

SOURCES AND FURTHER READING

Alvarez, L. W. 1987. Mass extinctions caused by large bolide impacts. Physics Today, July, 24-33. A strong advocacy statament for impacts as a cause of extinction, by the principal originator of the idea.

Glen, W. 1990. What killed the dinosaurs? American Scientist, July-Aug., 354-70. An up-to-date review of the mass extinction controversy by a historian of science.

Goldsmith, D. 1985. Nemesis: The death star and other theories of mass extinction. New York: Walker. One of several popular treatments of mass extinction.

Hsu, K. J. 1988. The great dying. Orlando: Harcourt Brace Jovanovich. A readable treatment of mass extinctions, with emphasis on the influence of Charles Darwin on thinking about extinctinction and life in general.

Kerr, R. A. 1990. Dinosaur's death blow in the Caribbean Sea? Science 248:815. A commentary on the discovery of evidence of impact in the Caribbean Basin.

Muller, R. 1988. Nemesis: The death star. New York: Weidenfeld & Nicolson. A popular account of the search for causes of the K-T extinction by one of the originators of the Nemesis theory.

Raup, D. M. 1985. The Nemesis affair: A story of the death of dinosaurs and the ways of science. New York: W. W. Norton.

Silver, L. T., and P. H. Schultz, eds. 1982. Geological implications of impacts of large asteroids and comets on the earth. Geological Society of America, Special Paper 190. Boulder: GSA. An important collection of research papers based on a 1981 meeting at Snowbird, Utah.

الفصل العاشـــر

هل يمكـن أن يكـون كـل الإنقراض ناتج عـن الاصـطدام بنيـزك ؟

طرحت فى الفصل السابق أن النقاش الذى دام لمدة عقد حول نظرية الاصطدام كسبب لانقراض ط – ث هو نقاش قد ينتهى سريعا . على أن مؤيدى النظرية قد أعلنوا النصر من قبلها . وبهذا فإن المد فى اتجاه هذا الرأى قد ينحسر تماما . فالعلم شأنه هكذا . وبدلا من أن أواصل هذه المناقشة هنا ، سوف استكشف أمر مسألة أوسع : هل يمكن للاصطدام بالنيازك أن يكون « ال » سبب الرئيسى لانقراضات الأنواع فى تاريخ الحياة ؟ ومن عجب أن هذا سؤال أكثر سهولة . فبدلا من المحاجة بشأن حدث واحد ، حيث يمكن للصدفة أن تلعب دورا كبيرا ، فإن هذا الفصل سوف ينظر أمر تاريخ الانقراض كله وبعضا من أنماطه .

محاجات المعقولية

حدث عدة مرات فى السنتين الماضيتين أن طرحت لزملائى أن الاصطدام بنيزك قد يكون السبب فى معظم الانقراضات . وكانت ردود الفعل غريبة . والاستجابة الشائعة هى شىء من مثل « ولكن ألا يمكن أن تكون بعض الانقراضات الجماعية ناتجة عن عوامل أخرى ؟ » فأنا عندما قلت « انقراضات » سمعها المستمعون إلى على أنها « انقراضات جماعية » . وهكذا فإن الاصطدام كسبب للانقراضات الجماعية ينظر إليه كقضية تقبل النقاش ، أما الاصطدام كسبب لمعظم الانقراضات كلها فأمر يعد عجيبا جدا بحيث لا يستمع أحد لهذه الكلمات . هذا وقد قدمت فى مؤتمر عن الانقراض

فى ١٩٨٨ ، ورقة بحث تطرح أن الانقراض عموما يحدث بالاصطدام . وكان من الواضح أن الفكرة قد قوبلت على نحو طيب ، ولكن أغلب السبب فى ذلك هو أنى عنونتها بأنها « تجربة فكرية » ، ولم أدّع أنى أومن بها حقا .

هل من المعقول أن نفكر فى أن الاصطدام بالمذنبات والكويكبات يمكن أن يفسر انقراضات الخلفية كما يفسر أيضا واحدا أو أكثر من الخمسة الكبار ؟ نعم ، أعتقد أن هذا أمر معقول . وأنا أثناء انتقالى من فصل للآخر لأكتب هذا الكتاب ، كنت تحت تأثير الانطباع بما تعانيه الطبيعة من مشقة كبيرة لإبادة الأنواع التى تغطى مساحات كبيرة . وقبل أن يقوم البشر باصطياد دجاج المرج كان هذا الدجاج عمليا آمنا – هذا على الأقل بالمقاييس البشرية للزمان . وفى مثل هذه الحالات يكون من الشائع أن تحدث ضربة أولى تؤدى للإقلال من النطاق الجغرافى ، بل إن هذه الضربة قد تكون أمرا ضروريا .

أما ما حدث من ضغط بيئى سريع شديد أثناء تثليج البليستوسين فإنه لم ينتج عنه أى نبض لانقراض ملحوظ . وثمة تفسيران اثنان محتملان لهذا الأمر وهما (١) أن نطاق أى أى نوع راسخ رسوخا جيدا يشمل وجود أماكن مأوى كبيرة بما يكفى لاستمرار بقاء النوع و (٢) أن الكثير من الأنواع (أو أغلبها ؟) تستطيع أن تهاجر بسرعة أكبر مما تتحرك به المناطق المناخية أو خطوط الساحل . ومن الواضح أن تثليج البليستوسين لم يكن بالسرعة الكافية ولا بالشدة الكافية لأن يقتل عددا من الأنواع له أهميته . ما هى العمليات الچيولوچية الطبيعية الأخرى التى تفوق تلك السرعة والشدة ؟

أحد الاحتمالات المعدودة لذلك هو الانجراف القارى ، خاصة من خلال ظواهر الأنواع / المساحة — ذلك أنه يؤدى إلى انفصال أو اندماج كتل كبيرة من الأرض .

على أني لا أعتقد أن هذا سيفسر أي جزء له أهميته من الانقراض . وقد وصفت في الفصل السابع انقراضات الثدييات التي قدح زنادها الهجرة عبر برزخ بنما . وقد وقعت هذه الانقراضات حقا ولكنها عموما كانت صغيرة وبلا نتائج جوهرية .

ومنحنى القتل (شكل ٤ – ٥) يثبت العلاقة بين « الانقراض » و« الزمان » ، كما أن تقديرات شوميكر عن معدل حدوث الحفر (الفصل التاسع) تعطى لنا العلاقة التي بين « الاصطدام بالنيازك » و« الزمان » . ولما كان الزمان عنصرا مشتركا في هاتين العلاقتين ، فإنه يمكننا أن نثب وثبة هائلة بأن نؤكد (كفرض عملي ، أو تجربة فكرية ، أو حدس ، أو أي مما تشاء) أن كل انقراض للأنواع ناتج عن اصطدام بالنيازك . وإذ نفعل ذلك ، فسوف يمكننا أن نكتب معادلات لكل من العلاقتين ، وأن نضمهما معا ، ثم نمحو العامل المتغير المشترك – أي الزمان . وسوف يتبقى معنا معادلة واحدة عن العلاقة بين الاصطدام والانقراض . وشكل ١٠–١ فيه رسم بياني لهذه المعادلة ، يبين قتل الأنواع الناتج عن حجم معين من الاصطدام على أساس افتراض أن الاصطدام هو السبب الوحيد للانقراض . والمنحنى مرسوم بخطوط متقطعة عندما تزيد أقطار الحفر عن ١٥٠ كيلو مترا ، لأن هذا هو أكبر حد لتقديرات شوميكر لمعدل تكوين الحفر .

وسؤالنا التالي هو عما إذا كان منحنى الاصطدام – الانقراض في شكل ١٠–١ هو أمر قابل للتصديق عند مقارنته بالمعلومات الأخرى عن تأثيرات الاصطدام . تقدر دراسة ألفاريز أن اصطدام ط – ث ينبغي أن يخلف حفرة قطرها حوالي ١٥٠ كيلو مترا ، ومنحنى القتل بالنسبة لحفرة كهذه يدل على معدل قتل للأنواع يبلغ حوالي ٧٠ في المائة ، وهذا تقدير قريب من تقدير انقراض الأنواع المستخرج من سجل حفريات ذلك الحدث . وإلى هذا الحد فإن الأمور تسير سيرا حسنا . أما فوق هذا المستوى من المنحنى ،

فنجد أن قتل الأنواع يزيد مع قطر الحفرة ولكن الزيادة هنا بطيئة جدا . ولما كان هذا الجزء من المنحنى مرسوما بخطوط متقطعة ، فإن وضعه قد يكون خاطئا ، ولكنه على الأقل لا يتنبأ بإبادة الحياة إبادة كاملة . وهذا يعطى بعض دعم يؤكد ما زعمته أصلا ، ذلك أن الرياضيات كان يمكن أن تثبت فى النهاية أمرا جدا مختلف ، وذلك بأن يصل المنحنى إلى نسبة قتل من ١٠٠ فى المائة عندما يكون قطر الحفرة مثلا ٢٠٠ كيلو متر .

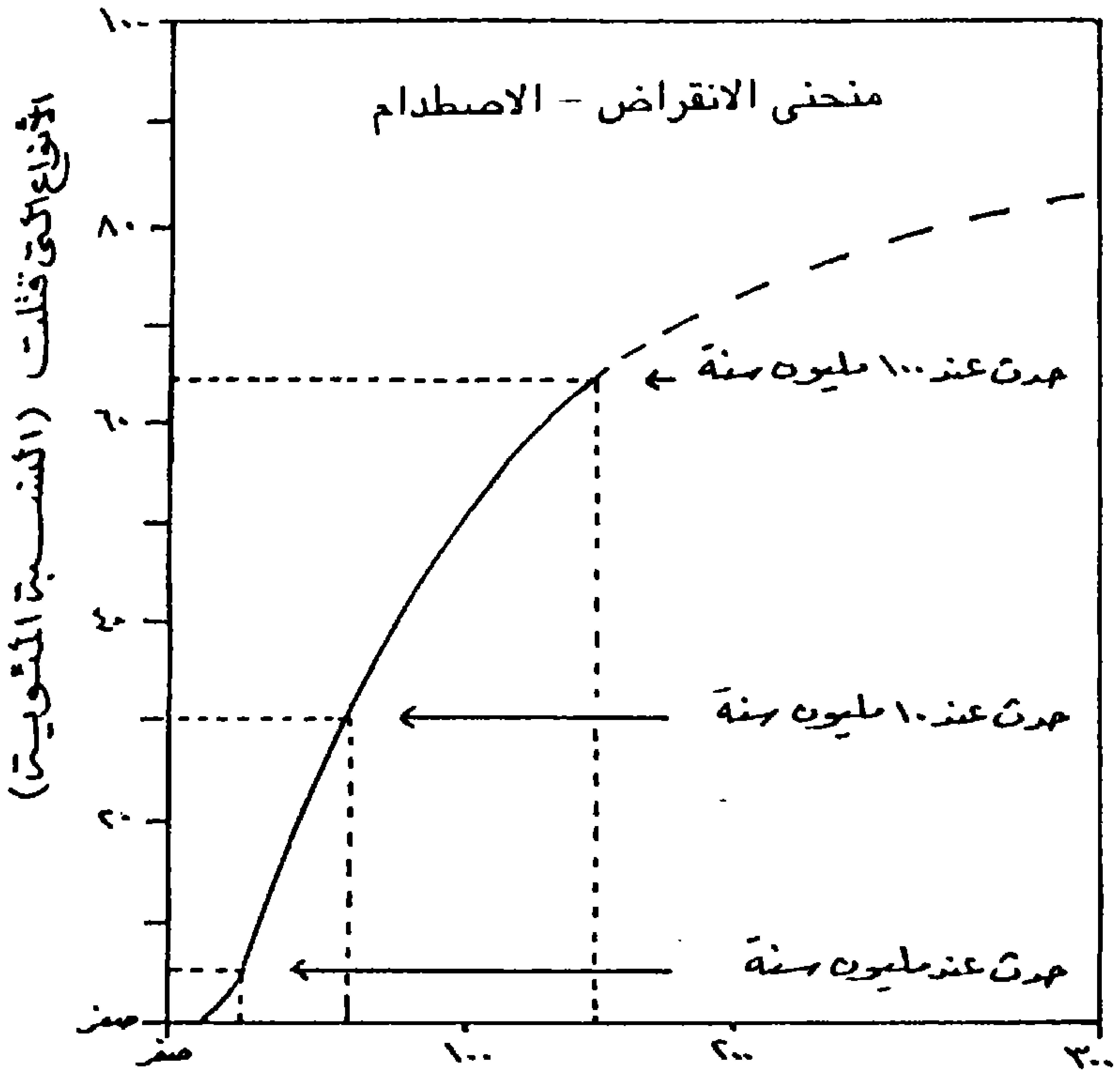
وعند الطرف الأدنى من منحنى الاصطدام - الانقراض ، نجد أن تأثير القتل بالاصطدامات الصغيرة جدا (ذات الحفر التى يقل عرضها عن ١٠ كيلو مترات) تأثير يقترب من الصفر . وهذا أيضا يتناسب مع خبرتنا ، لأن الكثير من الحفر الصغيرة ليست مصحوبة بانقراضات غير عادية . وإذا أخذنا المنحنى ومعادلته بالمعنى الحرفى ، سنرى أن انقراض الأنواع بنسبة ٥ فى المائة يحدث مع الحفر التى يبلغ قطرها ٢٤٫٥ كيلو مترا ، وهذه الحفر تحدث فى المتوسط كل مليون واحد من السنين . ونسبة خمسة فى المائة هى بالتقريب مستوى الانقراض الذى يحدد طبيعيا « المنطقة الطبقاتية البيولوجية » * - أصغر وحدة فى الزمان الچيولوچى يمكن التعرف عليها بواسطة الحفريات على أساس كوكبى أو قريب من الكوكبى . ويقدر الباليونتولوچيون أنه فى أجزاء كثيرة من العمود الچيولوچى يكون متوسط زمن البقاء للمنطقة الطبقاتية الواحدة هو حوالى مليون واحد من السنين .

التعليقات السابقة ليست بأى معنى ، مما يثبت أن منحنى الاصطدام - الانقراض له صحته كمقولة سبب ونتيجة ، ولكنها بالفعل فيها إثبات لمعقولية ذلك . والمنحنى يوحّد بين علاقتين اثنتين نشأت كل منهما عن مصدر مستقل بالكامل - أى الحفر

---

* الطبقاتية الحيوية أو الاستراتجرافيا الحيوية هى دراسة الحفريات القديمة للأحياء وتوزيعها فى الصخور وعلاقة ذلك بأعمارها النسبية . (المترجم)

والحفريات - إلا أن النتائج معقولة . وهذا بدوره يضيف قوة إلى التأكيد بأن الاصطدامات هى « ال » سبب العام للانقراض .



شكل ١٠-١ انقراض الأنواع فى علاقة مع حجم الحفرة التى تشتكل بالاصطدام بمذنب أو كويكب . والمنحنى نتيجة حتمية لضم منحنى القتل مع تقديرات شوميكر لمعدل تكوين الحفر - على أساس الفرض العملى بأن الاصطدام هو المسئول أساسا عن الانقراض . ودرجة مصداقية هذا المنحنى مقياس لصحة الفرض .

يلى ذلك أننا يجب أن ننظر فيما إذا كان هناك حقا تقابل بين تواريخ الاصطدام والانقراض . وسوف أحاول اتباع طريقتين للتناول . وإحداهما هى أن ننظر فى البيانات عن وفرة الأيريديوم التى نشرت فى العقد الماضى . وثمة مؤشرات عن الاصطدام أفضل من الأيريديوم ، ولكن هذا الملمح قد تم مسحه على أوسع نطاق . وطريقة التناول الثانية هى النظر فى أعمار الحفر المعروفة لنرى إذا كان ذلك يتوافق مع الانقراضات .

سُجل وجود وفرة شاذة للأيريديوم على نحو أكيد فى ستة آفاق چيولوچية غير حد ط – ث وهى كالتالى :

المرحلة الچيولوچية	عمر الوفرة الشاذة فى الأيريديوم (ما ق ز ح)
پليوسين (الحقب الثالث)	٣
وسط الميوسين (الحقب الثالث)	١٢
ايوسين (الحقب الثالث)	٣٥
[حد ط – ث ٦٥]	
سينومانى (طباشيرى)	٩٠
كالوڤى (جوراوى)	١٥٧
فراسنى (ديڤونى)	٣٦٧

واعتبار أن هذه الفترات الست من الوفرة الشاذة تكوّن دعما للصلة بين الاصطدام والانقراض هو أمر مبعث نقاش ويعتمد على عوامل أخرى كثيرة . وتتزامن أقدم وفرة شاذة للأيريديوم (الفراسنية) مع انقراض من الخمسة الكبار . والشذوذ التالى لذلك (الكالوفى) ليس عند أى انقراض رئيسى ولكنه يؤشر بالفعل على الحد الموجود بين الفترة الجوراوية الوسطى والعليا وهو حد مؤسس على الحفريات . والشذوذ التالى (السينومانى) موجود عند فترة معروفة كفترة انقراض ولكنها مرتبطة منذ زمن بعيد ببرهان من نضوب أوكسچين المحيط (نقص الأوكسچين) . والشذوذ التالى (الأيوسين) موجود عند فترة انقراض قد أُقر به وإن لم يكن انقراضا كبيرا ، وتتضمن هذه الفترة أيضا أدلة أخرى على الاصطدام . والشذوذ التالى (الميوسين الأوسط) يتوافق مع ذروة انقراض فى قاعدة بيانات سيپكوسكى ، ولكنه انقراض لا يقر الباليونتولوچيون على نطاق واسع بأنه حدث رئيسى . والوفرة الشاذة الأصغر عمرا (البليوسين) هى جغرافيا شذوذ فى منطقة محدودة ، والانقراض المصاحب ، إن كان هناك أى انقراض ، ليس انقراض كبيرا . وبالتالى فإن سجل الأيريديوم هو كيس مختلط . وكون هذا السجل مما يدعم الصلة بين الاصطدام والانقراض ، هو أمر مفتوح للنقاش المشروع .

وثمة مشكلتان خطيرتان تطاردان بيانات الأيريديوم . أولهما ، أن معظم الوفرات الشاذة قد تم العثور عليها بالبحث عند أوقات انقراض معروفة . وهذا أمر مفهوم لأن تحاليل الأيريديوم غالية التكلفة وتستغرق زمنا طويلا . فلماذا إذن لا نبحث عنه أولا حيث نتوقع وجوده ؟ ولكن هذه العلاقة لا يمكن إثباتها على نحو حاسم بدون بيانات عن « غياب » الأيريديوم فى الأزمنة التى لا يوجد فيها انقراضات . ويجرى الآن القيام بعمليات مسح على أسس أوسع ، على أن الوقت الآن جد مبكر بما لا يتيح القول بأن الصلة بين الأيريديوم والانقراض هى صلة محكمة .

والمشكلة الأخرى هى أن ثلاثا من الوفرات الست الشاذة الجديدة للأيريديوم تبين أن الأيريديوم مقصور على الحفريات التى تسمى بذات النسج الضامى Stromatolites – حشايا ميكروبية تحتبس الجسيمات الرسوبية . ومن الممكن المحاجة هنا ، بل وتمت المحاجة فعلا بأن تركيزات الأيريديوم العالية ترجع فحسب لقدرة هذه الكائنات على تركيز المقادير النادرة من هذا العنصر التى توجد طبيعيا فى مياه البحر . وبالتالى ، فإن الأيريديوم قد لا يكون على أى علاقة بأجرام فضائية . ومن الناحية الأخرى ، فلعل هذه الكائنات تحمل مقادير غير معتادة من الأيريديوم لأن تركيزه فى مياه البحر قد ارتفع بسبب اصطدام بأحد النيازك .

هل هناك انقراضات ذات حجم وتخلو من دليل كيماوى على الاصطدام بنيزك ؟ نعم ، هناك الكثير من هذه الانقراضات . وأكثرها وضوحا هو الجد الأكبر لكل الانقراضات – الانقراض البرمى – حيث فشلت كل المحاولات للعثور على دليل لأى اصطدام . وأحسن دفاع يستطيعه من يؤيد وجود صلة بين الاصطدام والانقراض هو أن يوضح أن هناك انقراضات كبيرة كثيرة ، لا يلزم أن تكون مرتبطة بالأيريديوم ، خاصة تلك التى تنتج عن مذنبات جليدية . وفوق ذلك ، فإن الصخور البرمية التى فيها أيريديوم ربما كان لها وجود ولكنها تلاشت بالتآكل – وهذا احتمال معقول بسبب قصر مدة بقاء رسوبيات أنقاض الاصطدام .

وإذا تحولنا الآن إلى الحفر الواقعية ، فسوف نتمكن من أن نجمع معا قائمة ذات تأثير عن الحفر الكبيرة التى تتزامن مع الانقراضات . إلا أننا نستطيع أيضا أن نحشد قائمة غير ذات تأثير . وفيما يلى مقولتان من مقولات المناصرة ، تؤيد كل واحدة منهما أحد جانبى المحاجة .

الانقراضات ذات صلة بالحفر

« حسب الملخص المرجعى الذى أورده جريف وروبرتسون (١٩٨٧) ، تم اكتشاف إحدى عشرة حفرة أقطارها تبلغ على الأقل ٣٢ كيلو مترا وأعمارها أصغر من بدء العصر الكمبرى . وحد الاثنين والثلاثين كيلو مترا كحجم للحفرة هو حد له دلالته لأن هذا هو الحجم الضرورى لأن يسبب انقراض الأنواع بنسبة ١٠ فى المائة ، كما هو مبين فى منحنى الاصطدام - الانقراض فى شكل ١٠-١ . ومن بين الإحدى عشرة حفرة ، توجد تسع حفر قد تم تأريخها چيولوچيا تأريخا جيدا إلى حد معقول . والعديد من هذه الحفر التسع ، لها أعمار چيولوچية تتوافق عمليا مع انقراضات رئيسية .

ومن بين الانقراضات الخمسة الكبار يوجد ثلاثة ترتبط بها حفر كبيرة كما هو مبين بأسفل . والأعمار المعطاة هى الأعمار الأكثر احتمالا (المفضلة) ، مع درجات عدم يقين تتباين من حالة لأخرى .

قطـرا لحفـرة	العمـــر	العمـــر	الانقراض الجماعى
مــــانســــون ، أيوا (٣٢ كم)	٦٥	٦٥	حـــد الطباشيرى – الثالث
مـانيكوجـان ، كويبيك (١٠٠ كم)	٢١٠	٢٠٨	حـــد الثـلاثى – الجـوراوى
شـارلڤـوا ، كـويبـيك (٤٦ كم)	٣٦٠	٣٦٧	حـــد
سـيلچـان ، السـويد (٥٢ كم)	٣٦٨		الفراسنى – الفامينىّ (ديڤــونى)

ولما كان احتمال الاحتفاظ بالحفر الكبيرة واكتشافها هو احتمال صغير ، فإن من المدهش حقا أن يبلغ عدد الانقراضات الكبيرة التى لها حفر متوافقة معها ثلاثة انقراضات من بين الخمسة الكبار . والحقيقة أن هذه نسبة جد كبيرة بما يجعلنا نخمن ولابد أن كل انقراض كبير قد نتج لا عن اصطدام واحد وإنما عن وابل مركز من أجرام (هى فيما يحتمل مذنبات) بما زاد من احتمال الحفاظ على حفرة واحدة على الأقل . وقد تمت منذ زمن طويل الموافقة على أن وابلات الشهب هى النتيجة المحتملة لتهتك مدارات المذنبات بواسطة نجوم تمر بها عشوائيا .

وهناك انقراضات عديدة شدتها أقل وتتوافق أيضا مع أعمار الحفر . وحفرة پوپيجاى العملاقة فى الاتحاد السوڤييتى (١٠٠ كيلو متر) عمرها ٣٩ ما ق زح ، بما يزيد أو ينقص ٩ ما – وهذا المدى من العمر يتضمن بسهولة انقراض الايوسين الأخير عند ٣٥ ما ق زح . ونجد كذلك أن حفرتا كلير ووتر فى كويبيك (٣٢ ، ٢٢ كيلو مترا)

قد تشكلتا متزامنتين عند ٢٩٠ ما ق زح ، ربما بما يزيد أو ينقص ٢٠ ما ، ورغم القدر الكبير من عدم اليقين فى هذا التأريخ ، إلا أن رقم ٢٩٠ يتوافق تماما مع الانقراض الذى أنهى العصر الكربونى ، وذلك حسب المقياس الزمنى لهار لاند فى ١٩٨٩

أما الحفر الكبيرة المعدودة التى لا تتوافق مع أى انقراضات فينبغى أن نجرى المزيد من الاستقصاء لأمرها . على أن الحالات غير المتوافقة أقل جدا من أن تكون ذات خطر بالنسبة للعلاقة القوية الموجودة بين الحفر والانقراض .

والسجل الچيولوچى تشيع فيه الحفر الصغيرة التى تقل عن ٣٢ كيلو مترا فى قطرها ، إلا أنها نادرا ما تصاحب انقراضات معترف بها . وأحد الاستثناءات المحتملة لذلك هى حفرة رايس بألمانيا (٢٤ كيلو مترا) وحفرة شتانهايم المجاورة (٣ر٤ كيلو مترا) . وقد حدد تاريخ كلتا الحفرتين بدقة عند ٨ر١٤ ما ق زح ، بما يزيد أو ينقص ٧ر٠ ما – وهذا زمن قريب من حدث الانقراض الصغير فى أواخر وسط الميوسين (١٢ ما قزح) .

هل اقتنعنا ؟

الانقراضات ليست ذات صلة بالحفر

« الانقراضات أساسا أحداث لا تقبل التفسير ، لأنه ليس من طريقة منطقية لتقسيم خط متصل شدة الانقراض إلى طبقات أو فئات . والانقراضات الخمسة الكبار لا تتميز عن الانقراضات الأخرى إلا اصطلاحا . وبالتالى ، فإنه وإن كان يتفق أن ثلاثة من هذه الخمسة تبدو وكأن لها حفر تتوافق معها ، إلا أن التقابل ينهار عندما نستخدم تصنيفات أخرى للانقراض . فإذا عرّفنا الانقراضات الجماعية على أنها أكبر عشرة

أحداث ، بدلا من أكبر خمسة ، فإن نسبة الانقراضات التى تتوافق مع الحفر تنخفض انخفاضا حادا . وبالتالى ، فإنه بسبب الطبيعة التعسفية لتصنيف الانقراض ، لا يمكن تجنب الانحياز باللاوعى ، ويكون اختبار أى استنتاجات اختبارا إحصائيا مجرد حماقة .

وأكبر كل الانقراضات - أى الحدث البرمى - لا يحمل مطلقا أى دليل على اصطدام بنيزك ، وبالتالى ، فلابد من أنه نتج عن عوامل أخرى .

ومن المعروف أن تأريخ الاصطدام والانقراض لا يقين فيه . وقد تتأتى الأخطاء فى القياسات الإشعاعية لأعمار الحفر من مصادر كثيرة ، ورغم أننا نعطى عادة مدى زمنيا مع الزيادة أو النقص ، إلا أن مصادر الخطأ وطرائق تقدير الخطأ نادرا ما تُذكر . على أنه حتى عندما نأخذ الأخطاء التى تذكر بقيمتها الظاهرية ، فإن الكثير من أعمار الحفر يكون لها قدر كبير من عدم اليقين بحيث تصبح غير قابلة لأن تستخدم للمقارنة مع تواريخ الانقراض . وكمثل فإن عمر حفرة شارلقوا الذى يبلغ ٣٦٠ ما ق زح قد نُشر على أنه له عامل عدم يقين من ٢٥ ما . وبالتالى فإن شارلقوا يمكن أن يقع عمرها عند أى نقطة بين ٣٣٥ و ٣٨٥ ما ق زح ، وهذا مدى يتضمن انقراضات عديدة بالإضافة إلى الحدث الفراسنى عند ٣٦٧ ما ق زح .

وإذا كان تأريخ الحفر بهذه الدرجة من عدم اليقين ، فإن تأريخ الانقراض أسوأ . ولننظر أمر تأريخ نهاية العصر الجوراوى ، وهو تاريخ انقراض مهم (الحدث التيثونى) يهمله أنصار نظرية الاصطدام - الانقراض . فتاريخ نهاية العصر الجوراوى يتباين فى المقاييس الخمسة الرئيسية للزمان الچيولوچى التى نشرت فى الأعوام العشرة الأخيرة ، ويتراوح هذا التباين من ١٣٠ إلى ١٤٥ر٦ ما ق زح .

ويترتب على مشاكل التأريخ هذه ، أن أى محاولة لعمل علاقة ارتباط بين أعمار الحفر والانقراضات هى محاولة ليس فيها ما يعقل . إنها نفاية تُدخل ونفاية تُخرج .

وحجم الحفرة هو أيضا مشكلة لأنه لم يُبذل الانتباه الكافى لحفرتين كبيرتين ينقصهما وجود أى انقراضات مصاحبة . وهاتان هما حفرة مونتانييه ، على الحرف القارى مقابل نوفاسكوتيا ، وحفرة توكونوكا ، فى كوينز لاند باستراليا . ويبلغ قطر حفرة مونتانييه ٤٥ كيلو مترا وهى مؤرخة عند ٥١ ما ق زح ، وقطر حفرة توكونوكا ٥٥ كيلو مترا وهى مؤرخة عند ١٢٨ ما ق زح . وكلتاهما تزيد زيادة لها قدرها عن حد الاثنين والثلاثين كيلو مترا الذى استخدم كالحد الأدنى للتأثيرات البيولوجية ذات الدلالة . إلا أن أيا منهما لا يصاحبها أى انقراض متميز – إلا إذا كان لنا أن نزعم أن ثمة شبه توافق بين توكونوكا مع انقراض نهاية العصر الجوراوى (المذكور أعلاه) وذلك عندما نعود وراء إلى المقياس الزمنى لهارلاند فى ١٩٨٢

بل إن وجود حفرة كبيرة واحدة لا يصاحبها أى انقراض لهو تناقض حاسم . وإذا كان الأمر كما يحاج به ، أن الطاقة المنطلقة من اصطدام كبير يتحتم أن تدمر أعدادا كبيرة من الأنواع ، فإن الانقراض إذن ينبغى أن يكون مصاحبا (لكل) الاصطدامات الكبيرة ، وليس فحسب لمعظمها أو بعضها . وهذا أحد الأمثلة حيث لا يوجد مجال للاستدلال الإحصائى التقليدى .

من هذه الأدلة لابد لنا وأن نستنتج أن التزامن الظاهرى بين الحفر والانقراضات هو مما يرجع إلى المصادفة ، وإلى ضعف طريقة أخذ العينات ، وربما إلى التحيز فى اختيار المعطيات ، (وهو بلا شك تحيز باللاوعى) » .

التقييم :

ينزع ما ينشر من مقالات البحث فى العلم إلى أن تكون مقولات للمناصرة . ونادرا ما يقر امرؤ فى الكتابات العلمية بالحيرة أو عدم اليقين . والأحرى أن الأمر كما يكون فى مذكرة المحامى ، فهو إقامة أقوى دعوى ممكنة لدعم كل استنتاج . ولست أدرى كيف كانت بداية هذا الأمر ، ولكنه جزء من ثقافتنا . ومع أن هذه الطريقة من الممارسة لها بعض فوائد ، إلا أن لها تأثير سلبى بأن تستقطب المجتمع العلمى فيما يتعلق بقضايا البحث الصعبة – القضايا التى ليس لها حل واضح وإنما مازالت فى حاجة إلى النقاش والاستكشاف الكامل للفروض البديلة .

ويصبح الأمر هكذا حسب ما يكونه مزاجى ، فيمكننى أن أدعم أيا من مقولتى تأييد الطرفين . ويعتمد الأمر كثيرا على الطريقة التى نختار بها المعطيات ونرتبها . والمقولة الأولى هى مقولة فيها تفاؤل جذاب وتوفر تحديا إيجابيا للبحث فى المستقبل . والمقولة الثانية مقولة محافظة وذات سلبية ، ومن الواضح أن كاتبها يجهد لنزع الثقة عن الفكرة كلها . وكاتب المقولة الأولى يبدو على أنه الشخص الألطف ، على أن الكاتب الثانى هو فيما يحتمل العالم الأفضل ، إذ أنه يصر على وجود منطق محكم وعلى التحقق بحرص من كل خطوة .

ولنلاحظ أن الكاتبين كلاهما يستخدمان عددا من الحيل والمناورات لإيضاح وجهة نظرهما . والكاتب الأول إذ يعتمد على إجماع فى المشاهدات ، يتجاهل حفرتى مونتانييه وتوكونوكا ، بينما الكاتب الثانى يؤكد عليهما على أنهما من الأمثلة المضادة التى لها أهمية خاصة . ولعل الكاتب الأول لم يكن على دراية بأمر هاتين الحفرتين – فهما غير

مذكورتين فى قائمة أحدث التجميعات الكوكبية للحفر (جريف وروبرتسون ، ١٩٨٧) . وافتقار كلا الكاتبين لاستشهادات من الأدبيات العلمية لهو أمر يثير الروع . وفى النهاية ، فإن الاقتراح الذى طرحه الكاتب الثانى مرتين بأن أنصار الانقراض بالاصطدام هم مستهدفون للتحيز باللاوعى ، لهو اتهام بالغش على نحو لا يكاد يكون فيه أى مواراة . وتلميحات الغمز التى من هذا النوع لا مجال لها فى الأدبيات العلمية .

مراجع ومصادر لمزيد من القراءة

SOURCES AND FURTHER READING

Azimov, I. 1979. A choice of catastrophes. New York: Simon and Schuster. A detailed account of all the things that could go catastrophes go wrong on earth, from collapsing stars to the dangers of overpopulation.

Calder, N. 1980. The comet is coming! New York: Viking Press. A superb account of comets, with special emphasis on the comet Halley; also contains an excellent, early treatment of the Al varez research.

Grieve, R. A. F., and P. B. Robertson. 1987. Terrestrial impact structures. Geological Survey of Canada (Ottawa), Map 1658A. A colorful wall map showing the locations of 116 confirmed meteorite craters on earth.

Sharpton, V. L., and P. D. Ward. 1990 Global catastrophes in earth history. Geological Society of America, Special Paper 247. Boulder: GSA. The proceedings of an important conference on extinction held at Snowbird, Utah, in October 1988.

الفصل الحادى عشر

نظرات

على الانقراض

كيف يحدث الانقراض

الانقراض من موضوعات البحث الصعبة . فلا يمكن إجراء تجارب حاسمة بشأنه ، والاستدلالات فيه كثيرا جدا ما تكون متأثرة بمفاهيم مسبقة تتأسس على نظريات عامة . على أنه يمكننا أن نقول بقدر معقول من الثقة أن ثمة أمورا بشأن الانقراض تتأسس على مشاهدات راسخة للحفريات والكائنات الحية وأنا أطرح لذلك ما يلى :

١ - " الأنواع مؤقتة " . أى أنواع ذات حياة معقدة لاتوجد لأكثر من جزء صغير من تاريخ الحياة ، وإذا استمر بقاء النوع لعشرة ملايين عام فإن هذا يعد زمنا طويلا بما هو غير معتاد ، على أنه حتى هذه المدة ليست إلا حوالى ٢٥و٠ فى المائة من زمن شغل الحياة للأرض . ورغم أن اختفاءات بعض الأنواع ترجع إلى انقراض كاذب - أى أنها تحولات شُعبية من أحد الأنواع للآخر - إلا أن الواقع أن الانقراض الحقيقى هو الذى له الغلبة . ونجد أن الديناصورات والثلاثيات الفصية والأمونيتات هى بعض من المجموعات الأخرى الكثيرة التى ماتت فيها أعداد كبيرة من الأنواع دون أن تخلف أى ذرية .

٢ - " الأنواع التى تكون عشائرها صغيرة جدا يسهل قتلها " . وهذا أمر يترتب

على بحث إفلاس المقامر المذكور فى الفصل الثالث . كذلك فإنه كنتيجة لأن الأنواع تبدأ صغيرة - وكثيرا ما يكون ذلك كعشائر بالغة الصغر فوق جزر معزولة - فإنها تكون أقرب للموت عند ولادتها . وليس هناك احتضان ولارعاية والدية للأنواع صغيرة السن . وكما لاحظنا فى الفصل السابع ، إذا كان عدد أفراد أحد الأنواع أقل من حد عشيرته الأدنى القابل للحياة ، يصبح انقراضه فى زمن قصير أمرا محتملا ، إن لم يكن مؤكدا .

٣ - " الأنواع الواسعة الانتشار يصعب قتلها " . لايمكن التوصل إلى انقراض النوع إلا بزوال كل عشائره المتناسلة . ولابد من أن ينشط مفترسو النوع على نطاق النوع كله ، وليس فحسب بالنسبة لمعظمه . ويصدق ذلك أيضا بالنسبة للانقراض الناتج عن المنافسة . وإذا كان عامل الانقراض هو اضطراب فيزيقى ، فإن الوضع القاتل يجب أن يكون موجودا فى كل مكان يعيش فيه النوع .

٤ - " انقراض النوع الواسع الانتشار يتم التمهيد له بضربة أولى " . يمكن إبطال مرونة التكيف عند النوع الواسع الانتشار لو طبق على النوع ضغط متطرف (بيولوجى أو فيزيقى) بحيث يكون تطبيق ذلك الضغط فجأة على مساحة واسعة . وهذا هو الدرس من حكاية دجاجة المرج التى وصفت فى الفصل السابع . بل إن الضربة الأولى قد تكون أمرا ضروريا ، وإن كان هذا لم يتم إثباته بعد .

٥ - " انقراض النوع الواسع الانتشار يمهد له وقوع ضغوط لايخبرها النوع طبيعيا " . تُطور معظم النباتات والحيوانات وسائل دفاع ضد التقلبات الطبيعية فى بيئتها . ورغم أن الكائنات الحية كأفراد لاتعيش إلا زمنا قصيرا ، إلا أن الأنواع

الناجحة تعيش زمنا طويلا يكفى لأن تخبر - ولأن تظل باقية بعد - أحداث من ألف عام بل ومائة ألف عام . أما وجود ضغط لم يسبق للنوع " قط " أن خبره ، فإنه يمكن أن يسبب الانقراض ، ولنتذكر منحنى القتل الذى عُرض فى الفصل الرابع . فأحداث الانقراض الأكبر تحدث على فترات يبلغ متوسطها عشرات الملايين من الأعوام ، بينما ما يحدث خلال معظم الفترات الزمنية الأقصر هو أن يكون الانقراض بقدر تافه . ولما كان التطور الداروينى يعتمد على الضغط " المستمر " للانتخاب الطبيعى ، فإن الكائنات الحية لاتستطيع أن تتكيف مع تلك الظروف التى لا تخبرها إلا نادرا .

٦ - " الانقراض المتزامن لأنواع كثيرة يتطلب ضغوطا تتقاطع مع الخطوط الايكولوجية " . تقتصر الكثير من ميكانزمات الانقراض المتوسطة اقتصارا صارما علي منظومة إيكولوجية واحدة أو مثوى واحد . وعند أقصى حد لذلك نجد الوباء المرضى الذى يقتصر على نوع واحد . بل إن ميكانزمات الانقراض التى تسبب انهيار منظومة ايكولوجية بأكملها نادرا ما تؤثر فى أكثر من مثوى واحد أساسى - أما الانقراضات الأكبر التى نراها فى سجل الحفريات فإن من الواضح أنها كانت ذات انتشار أوسع .

ومن بين النقاط الست التي قدمناها فى التو ، نجد أن النقطة الخامسة - التي تذكر أن الضغوط " الطبيعية " لايمكنها إبادة الأنواع الواسعة الانتشار - هى نقطة تستحق المزيد من النقاش . وأحد الاستثناءات المحتملة لذلك هو المرض الوبائى .

وأحداث التدمير السريع للأنواع على مساحات واسعة بواسطة المرض هى أحداث موثقة جيدا ، بما فى ذلك هجوم الميكروبات الوبائية المختلفة على النوع البشرى ، علي أن الحالات التى يحدث فيها أن يُدفع بالفعل نوع واسع الانتشار إلى الانقراض الكوكبى الكامل بسبب المرض لهى حالات نادرة بما يقرب من التلاشى - وإن كان من

السهل أن نشير إلى حالات مثل حالة الكستناء الأمريكية حيث دفع النوع " تجاه " الانقراض بسبب المرض .

والكستناء الأمريكية كانت يوما شجرة مهمة من أشجار الارتفاع للقمة فى الغابات البلوطية – الجوزية فى شمال شرق الولايات المتحدة . ثم حدث فى ١٩٠٦ أن اجتاح أحد الفطريات (الذى أدخل عرضا من الصين) كل المنطقة وقتل كل أشجار الكستناء الكبيرة . ولما كانت جذور الكستناء لديها مناعة ضد الفطر ، فقد ظل النوع باقيا خلال نطاقه كله . والآن فإن الكستناء هى أحد العناصر الشائعة لأشجار الارتفاع المنخفض حيث تصل الأشجار إلى ارتفاع يقرب من عشرين قدما قبل أن يقتلها الفطر . وبالتالى ، فإنه رغم أنه يشيع الاستشهاد بحالة الكستناء كمثل للانقراض بالمرض ، إلا أن النوع ما زال ينتشر عبر منطقة كبيرة ، ويحتفظ بمعدلات مستقرة لعشائره . ويبقى لنا أن نترقب ما إذا كانت الكستناء سوف تستمر كنوع أشجار ذات ارتفاع منخفض أو أنها سوف تطور وسائل مقاومة للفطر لتستعيد دورها الأصلى .

أما من الوجهة العملية فإننا نفتقر إلى وجود انقراضات بالمرض ، ولعل هذا ينبع فحسب من حقيقة أن الحضارة البشرية لم ترصد إلا ما يبلغ آلاف معدودة من السنين . وبالتالى ، فإن المرض الوبائى مازال يعد ضغطا " طبيعيا" فيه إمكان ، لم تتم البرهنة عليه ، لقتل الانواع واسعة الانتشار .

وفكرة أن الضغط البطئ المعتدل ينتج عنه انقراض هى جزء داخل إطار النموذج الأساسى الداروينى . ويستخدم داروين فى كتاب " أصل الأنواع " استعارة عن كتلة خشب قد دفع بأوتاد كثيرة فى سطحها . والأوتاد التى دُفعت حديثا هى الأنواع التى

طورت حديثا . ومع تزاحم الأوتار (الأنواع) فإن كل وتد جديد يزيح أوتادا قديمة ويطردها عن الكتلة . والتضمين الواضح هنا أن الضغط المعتدل الذى تمارسه الأنواع الجديدة - الأفضل تكيفا - يؤدى إلى انقراض واحد أو أكثر من الأنواع الموجودة من قبل . وهذه فكرة جذابة استمر تدريسها لأجيال من طلبة البيولوچيا . ولكن التحقق من صحتها من خلال معطيات ميدانية واقعية أمر لم يحدث إلا بما لا يذكر .

وإذا وافقنا على طريقة الاستدلال السابقة ، فإننا سنحتاج إلى البحث عن عوامل انقراض تكون حقا نادرة وذات انتشار حتى تفسر الانقراضات السابقة . ومن بين العوامل المطروحة التي ينظر إليها نظرة جدية ، أجد أنى أحبذ ميكانزم الاصطدام بالنيازك كالميكانزم الوحيد الذى يقبل التصديق . فالاصطدامات الكبيرة هى وحدها التى لديها الطاقة المطلوبة ، والتى يعرف أنها حدثت بالتكرار الذى يكفى لأداء المهمة ، إلا أنها نادرة بالحد الكافى إلى أن يحول دون حدوث تكيف لها بالانتخاب الطبيعى .

انقراض عبثى :

حدث فى الستينيات والخمسينيات مع قمة الحرب الباردة ، أن شُغل الجمهور انشغالاً أساسيا بتأثيرات أحداث النشاط الإشعاعى على الصحة . وأُجريت بسبب ذلك أبحاث جيدة عن العواقب الفيزيولوچية للجرعات الكبيرة من الإشعاع المؤين . وتركز الانتباه على التأثيرات المباشرة للإشعاع ، أو ما يسمى بالأضرار الجسدية * ، فى مقابل التأثيرات الوراثية التى تظل تحدث على مدى زمنى أطول . ووفر البحث لنا بيانات عن الضرر الجسدى الذى يلحق بكل أنواع الحيوان والنبات .

---

* المقصود هنا الأضرار التى تلحق بالخلايا الجسدية وليس بالخلايا الوراثية أو الجرثومية ، كما فى المبيض أو الخصية . (المترجم) .

وبعض الكائنات الحية لاتتأثر بجرعات الإشعاع التى تقتل فى التو كائنات حية أخرى ، ويرجع هذا فيما يحتمل لأسباب لها علاقة بالتباين الطبيعى فى معدلات انقسام الخلايا . وكمثل فإن الحشرات والحشائش لها قدرة تحمل أكبر كثيرا عن الثدييات .

والآن هيا نتخيل ، كتجربة فكرية ، أن الأرض تتعرض لجرعة طبيعية من إشعاع ذى طاقة عالية يأتى من الفضاء الخارجى ، ولعله يأتى من أحد السوبر نوفات القريبة . يمكننا من نتائج الأبحاث التى سبق ذكرها فى التو ، أن نحسب مستوى الإشعاع الذى سيكون على وجه التأكيد مميتا لكل الثدييات التى تعيش فوق الأرض . ولكن هذه الجرعة نفسها ستترك الحشرات والحشائش بلا سوء . وليس من اللازم أن تكون حساباتنا جد دقيقة ، ذلك أن هذه المجموعات تختلف درجة استهدافها اختلافا واسع النطاق .

إن نجم السوبرنوفا الذى افترضناه سوف يسبب حدثا رئيسيا من أحداث انقراض الأنواع . على أن القتل سيكون انتخابيا إلى حد كبير ؛ والضحايا ستكون هى الكائنات الحية التى تكون جرعة الإشعاع مميتة لها ، مثل الثدييات البرية . أما السؤال عما إذا كانت كل الأنواع فى الطائفة الثديية سوف تنقرض ، فإن الإجابة عنه تعتمد على زمن بقاء حدث الإشعاع ، وقدرة الثدييات الحفّارة وساكنة الكهوف على العثور على ملجأ واقى يسترها ، كما يعتمد على تأثير الانقراض فى الديناميات الأوسع للمنظومة الايكولوجية – أى بالنسبة للأنواع التى كانت تعتمد فيما سبق على الضحايا . وأيا كان ما يحدث ، فإن الثدييات البحرية (الحيتان والدرافيل وما إلى ذلك) قد تظل باقية بسبب التأثير الواقى للمياه . وسواء كان الانقراض كاملا أو غير كامل على مستوى الطائفة ، فإن الثدييات وغيرها من الكائنات المستهدفة سيصيبها الدمار – ولن يتبق سوى أنواع معدودة مبعثرة ممن لها أساليب حياة غير تقليدية . إلا أن هذا الانقراض سيمر دون أن

تلحظة تقريبا الحشرات والحشائش ومعظم الكائنات الأخرى غير المستهدفة .

على أن هذا السيناريو الذى تخيلته ، وإن كان ينتج عنه انقراض انتخابى بدرجة عالية ، إلا أنه لاعلاقة له بالصفة التكيفية (الصلاحية) عند الكائنات الحية في الأوقات الطبيعية . فالمناعة النسبية التى عند الحشرات ضد الاشعاع العالى الطاقة ليست تكيفا بالانتخاب الطبيعى ، لأن المستويات الطبيعية من الإشعاع فى تاريخ الأرض قد ظلت دائما أقل كثيرا من المستويات فى سيناريو حدث الإشعاع . والأولى هو أن مناعة الحشرات هى نتاج جانبى للتطور يحدث مصادفة .

ونجد أن هذا النوع من الانقراض هو انقراض انتخابى ولكنه ليس بنّاء ، فهو لايؤدى إلى كائنات حية أفضل قدرة على البقاء فى بيئتها الطبيعية – وذلك بزعم أن مستويات الإشعاع التى افترضناها هى مستويات جد نادرة فى تاريخ الأرض بما لا يسمح بأن تكون أساسا للانتخاب الطبيعى . وأنا أسمى هذا النوع من الانقراض الانتخابى غير البنّاء بأنه انقراض "عبثى" ، على أساس المعنى الأصلى للكلمة : أى أنه غير منضبط أو أنه مطلق العنان .

دور الانقراض فى التطور :

بعد الانقراضات الجماعية الكبيرة ، يحدث فى سجل الحفريات الكثير من الإنجازات التكيفية الناجحة – هى اندفاعات من التنواع تصحبها نشأة عائلات ورتب جديدة . وأحد الأمثلة الكلاسيكية لذلك هو انتشار الثدييات الذى أعقب مباشرة انقراض الديناصورات . وهذه الظاهرة تكون بأقصى ما يلفت النظر بعد الانقراضات الجماعية الخمسة الكبار ، على أن هناك أنماطا مماثلة يمكن رؤيتها عند كل درجات الانقراض .

وقد طرحت فى الفصل الأول أنه بدون انقراض الأنواع ، سوف يزيد التنوع البيولوجى حتى نصل إلى مستوى ما من التشبع يُرغم التنواع عنده على التوقف . وسوف يستمر الانتخاب الطبيعى على العمل عند مستوى التشبع بحيث تستمر نشأة تكيفات تحسينية . ولكن سيكون من المحتمل أن لن يظهر الكثير من أوجه الابتكار فى التطور ، كأن يحدث تخطيط جديد للجسم أو أساليب جديدة للحياة . ونتيجة ذلك أن يحدث إبطاء فى سرعة التطور مع الاقتراب من بعض حالة من الثبات على الحال . وحسب هذه النظرة فإن دور الانقراض الرئيسى فى التطور هو إبادة الأنواع ، وبالتالي الإقلال من التنوع البيولوچى بحيث يتاح المجال - ايكولوجيا وجغرافيا - للابتكار .

ومن الاستثناءات الغريبة للتطور الذى يدفعه الانقراض ، سجل البكتريا وغيرها من الكائنات الحية البدائية التى سيطرت على الأحقاب قبل الكمبرية (الفصل الثانى) . فهذه الكائنات لايبدو أنها قد تغيرت كثيرا أثناء بقاءها الطويل على الأرض . والكثير من أقدم حفرياتها لا يمكن تمييزها شكلا وبنية عن نظيراتها الحية ، رغم أنه ربما تكون قد حدثت تغيرات بيوكيمائية . وإذا كانت هذه الكائنات حقا لم تتغير تقريبا ، فلعل سبب ذلك أنها لم تكن قط عرضة للانقراض مثل الكائنات الأكثر تعقدا . والبكتريا بالذات تنزع لأن تكون موجودة فى كل مكان ولأن تعيش تحت أكثر الظروف تطرفا . وعادة ، فإنه يصعب جدا قتلها .

وقد أدركت وكالة ناسا وغيرها من الوكالات فى سائر العالم التى تبحث أمر الحياة خارج الأرض - خاصة الحياة الذكية - أدركت كلها أهمية الانقراض للتطور . منذ عشرين عاما ، كنا نعتقد أن البيئات الكوكبية المستقرة ستكون هى الأفضل لتطوير حياة متقدمة . أما الآن فإن ناسا يتجه تفكيرها على نحو جلى إلى لغة من كواكب فيها

قدر من الاضطراب فى البيئة بما يكفى لأن يسبب الانقراض ، وبالتالى لأن يعزز التنواع .

هل الانتخابية مهمة للوفاء بدور الانقراض فى التطور ؟ قد رأينا فى سياقات شتى من هذا الكتاب ثلاثة أساليب للانقراض :

١ - " ميدان إطلاق الرصاص " : انقراض عشوائى بدون اعتبار للفروق فى الصلاحية .

٢ - " مباراة عادلة " : انقراض انتخابى بالمعنى الداروينى ، يؤدى إلى بقاء النوع الأصلح أو النوع الأفضل تكيفا .

٣ - " انفراض عبثى " : انقراض انتخابى حيث بعض أنواع الكائنات الحية تظل باقية على نحو مميز ولكن هذا ليس بسبب أنها أفضل تكيفا بالنسبة لبيئتها الطبيعية .

وكل هذه الاساليب الثلاثة تعمل بلا شك فى أوقات ما بدرجات ما ، ولكنى أحاج بأن الأسلوب الثالث ، الانقراض العبثى ، هو العنصر الجوهرى فى إنتاج تاريخ الحياة الذى نراه فى سجل الحفريات .

علي أنه يجب على أولا أن أقدم مفهوم ما يعرف " بقيد التطور النوعى " . وهو يشير إلى نتيجة تم التوصل إليها وهى أن المجموعات التطورية تنزع فى الوقت المناسب إلى الاستقرار تشريحيا ، فتصبح مسارات معينة للنمو ثابتة وراثيا . ذلك أنها تصبح جد أساسية بالنسبة للكائن الحي بحيث يجعل ذلك من التغير أمرا غير محتمل أو حتى أمرا مستحيلا . إذ أن « خط تجميع » النمو يقام على نحو معقد بحيث إن أى تغيير ذى

مغزى سوف يتطلب إجراء إعادة للتصميم بصورة كاملة ، وبالتالى فإن هذا يقيد من التطور بحيث يقتصر على تنويعات على البنيات الموجودة تُعد نسبيا تنويعات ثانوية . وبسبب قيد التطور النوعى ، يكون من الصعب على أحد الثدييات أن يضيف سيقان إضافية أو أن يجرى تغيرات أساسية فى جهازه الهضمى .

وإذا كانت هذه القيود فعالة بصورة كاملة ، كيف يمكن أن يبزغ قط تخطيط جديد للجسد أو أنساق جديدة من وظائف الأعضاء ؟ إن هذا السؤال قد حير لزمن طويل البيولوجيين التطوريين ، على أن هناك إجابتين محتملتين عنه . الأولى ، أن الابتكارات فى التطور كثيرا ما تأتى من أفراد فى المجموعة السلف يكونون الأعضاء الأصغر والأبسط والأكثر عمومية - أى من أنواع لا تحمل إلا أدنى قدر من قيد التطور النوعى . والإجابة الثانية ، هى أن اندفاعات التنواع التى كثيرا ما تتبع الانقراض توفر فرصا كثيرة تفيد فى أن يزيد الاحتمال لأن ينجح على الأقل تخطيط واحد جديد للجسد أو لنسق فى وظائف الأعضاء .

دعنا نعود إلى أساليب الانقراض الثلاثة . فى أسلوب ميدان إطلاق الرصاص ، سنجد أن مجموعات كبيرة من أنواع متماثلة وعلى صلة قرابة « سوف تظل دائما باقية » بفضل أعدادها لاغير ، مثل الثلاثيات الفصية والأمونيتات . لنفرض تبسيطا للأمور ، أن العالم ليس فيه إلا صنفان من الكائنات الحية : الكائنات الحمراء والكائنات الخضراء . ولنفرض أن هناك عشرة ملايين نوع من كل صنف . لو حدث حتى أن تم عشوائيا (دون اعتبار للّون) قتل ٩ر٩٩ فى المائة من هذه العشرين مليون من الأنواع ، سيكون الاحتمال جد الغالب أن الكثير من كل نوع ملون سيظل باقيا - أى ما يقرب من ١٠٠٠٠ فى هذا المثل . وهذا هو الدرس المستفاد من انقراض الثلاثيات الفصية الذى

ناقشناه فيما سبق : فحيث أن هناك أنواع كثيرة فى العصر الكمبرى وحيث أن الانقراض كان موجودا بأسلوب ميدان إطلاق الرصاص ، فإنه مما لا يُصدَّق إحصائيا أن الحظ السيئ وحده يمكن له أن يكون قد أباد كل الثلاثيات الفصية فى ٣٢٥ مليون سنة .

ومن الواضح أن ماحدث فى الماضى من الانطلاقات التكيفية المهمة لم يصبح ممكنا إلا بزوال مجموعة كاملة من الأنواع التى تشغل نطاقا من أماكن المثوى أو نطاقا من أساليب الحياة . وبالتالى ، فإن الانقراض يجب أن يكون انتخابيا إذا كان له أن يفسر ذلك السجل .

وأنا على ثقة إلى حد معقول من أن الانتخابية المطلوبة يجب أن تكون فى غالبيتها من النوع العبثى . فلو كان الانقراض دائما مباراة عادلة ، حيث من يبقون أحياء هم من يستحقون البقاء ، والضحايا يستحقون الموت ، فما كان سيوجد لدينا السجل التطورى الذى نراه .

وقد ذكرت فيما سبق تاريخ الحواجز البحرية فى المناطق الاستوائية (شكل ٢-٢) . وهناك صنوف كثيرة مختلفة من الكائنات الحية سيطرت فى وقت أو آخر على دور بناء إطار الحاجز الاستوائى . وعموما لم يكن يتأتى إحلال أحد هذه الصنوف مكان الآخر إلا بعد إزالة كل الحواجز التى بناها الشاغلون الأسبقون . ولو كان الانقراض مباراة عادلة ، فإن مجتمع الحواجز كان فيما اعتقد سيستقر مبكرا فى دهر الحياة الظاهرة حيث سيغلب عليه أحد صنوف بنّائى الإطار - أى أفضل صنف موجود فى المجال المحيط فى ذلك الوقت . وهذا الكائن الحى قد يكون أو لا يكون أمثل الكائنات الحية ، إلا أن هيمنته كانت ستحبط أى تحديات من الكائنات الحية الجديدة والمختلفة .

وسيظل يوجد فى هذا السيناريو حواجز استوائية - ولعلها كانت ستعمل على أكمل وجه كمنظومات إيكولوچية - إلا أن الكثير من التنوع التطورى ما كان ليتحقق قط .

وإذن ، فإنى أستنتج أن الانقراض ضرورى للتطور كما نعرفه ، وأن الانقراض الانتخابى الذى يكون إلى حد كبير أعمى بالنسبة لصلاحية الكائن الحى (الانقراض العبثى) هو الذى يسيطر فى غالب الاحتمال . وكما يؤكد ستيفن چاى جولد وآخرون ، فلو كان الانقراض مباراة عادلة بالكامل فإننا فيما يحتمل ما كنا لنوجد هنا الآن .

قد يكون ما سبق ذكره صحيحا بالنسبة لدور الانقراض على الأرض ، إلا أنه لو جرى إعمال بيولوچيا مماثلة فى بيئة كوكبية أخرى فإنها قد تتطور على نحو مختلف . فأسلوب ميدان إطلاق الرصاص هو وأسلوب المباراة العادلة كلاهما يكون وجودهما محتملا تماما فى البيئة الفيزيقية الملائمة ، حتى وإن كانت النتائج قد لا تكون شيقة مثل تلك التى حدثت هنا على الأرض .

چينات سيئة أم حظ سيء ؟

من الواضح أن الانقراض توليفة من الچينات السيئة والحظ السيء . فبعض الأنواع تبيد لأنها لا تستطيع أن تتغلب على المشاكل فى مثواها الطبيعى أو لأن منافسين أرقى أو مفترسين أرقى يدفعونها بعيدا . ولكن كما يتضح بلا شك من هذا الكتاب فإنى أشعر أن أغلب الأنواع قد بادت لأنها سيئة الحظ . فهى تموت لأنها تتعرض لضغوط بيولوچية أو فيزيقية لم يسبق توقعها فيما سبق من تطورها ولأنه لم يكن هناك وقت متاح للانتخاب الطبيعى الداروينى ليساعد هذه الأنواع على التكيف .

ها أنا قد ذكرت فى التو مقولة فيها مناصرة لإحدى القضيتين - وهى أن الأمر هو

الحظ السيء وليس الچينات السيئة ! وأنا إذ أفعل ذلك آمل أن يقدّر القارئ ما يوجد في هذه المقولة من أوجه عدم اليقين . فمناصرة الحظ السيء على الچينات السيئة هي فحسب أفضل ما أمكنني تخمينه . وهذا أمر يشاركني فيه الكثير من زملائي حتى وإن كانت الاغلبية من الباليونتولوچيين والبيولوچيين ما زالوا يؤيدون فكرة الانقراض الأكثر اتصافا بالداروينية ، أي فكرة القوة البناءة التي تحبذ أكثر الأنواع صلاحية .

هل يكون الانقراض بالحظ السيء تحديا للانتخاب الطبيعي الدارويني ؟ لا ، إن الانتخاب الطبيعي يظل فيما لدينا هو التفسير الوحيد الطبيعاني القابل للحياة بالنسبة لتفسير وجود التكيفات المعقدة مثل الأعين والأجنحة . وما كنا لنوجد هنا بدون الانتخاب الطبيعي . والانقراض بالحظ السيء يضيف فحسب عنصرا آخر إلى العملية التطورية ، هو عنصر يعمل على مستوى الأنواع والعائلات والطوائف بأولى من العمل على مستوى العشائر المتناسلة المحلية للنوع الفردي . وبالتالي ، فإن الداروينية حية وبعافية ، ولكني أعترف بأنها لا يمكنها أن تعمل وحدها لتنتج تنوع الحياة كما هو في يومنا .

حاشية عن الانقراضات في يومنا :

قد يبدو أن جوانب عديدة من هذا الكتاب فيها إلى حد ما صدمة للقراء في يومنا هذا حيث تزيد حدة الانشغال بأمر الأنواع المهددة ، وبانحدار التنوع البيولوچي . وإذا كان من الحقيقي أن الأنواع الراسخة رسوخا جيدا يصعب جدا قتلها ، فلماذا ينبغي أن ننشغل بشأن ما يحدث من قليل من التدمير لبعض مثوى هنا أو لبعض شيء من الإفراط في الصيد هناك ؟ دعني أطرح عدة إجابات عن ذلك .

إن مثل دجاجة المرج يجعل من الواضح أن الأنشطة البشرية توفر الضربة الأولى

اللازمة لتصغير نطاقات النوع بحيث يصبح من المحتمل انقراضه كنتيجة لأسباب أخرى . وبالتالى فإن أوجه الانشغال الحالية بشأن الأنواع المهددة لها ما يبررها لأن النوع البشرى ينتج ضربات أولى بانتظام - ضربات أولى لا تتوفر عن طريق الطبيعة إلا على فترات من ملايين السنين .

والكثير من أوجه الانشغال حاليا بشأن الانقراض وانحدار التنوع البيولوچى هى مما تم التنبؤ به على أساس الاقتناع بأن « كل » الأنواع مهمة ولابد من حمايتها . ويبرّر هذا الاقتناع على أسس شتى أخلاقية وجمالية وبراجماتية ، وكلها صحيحة من وجهة نظر التوجه الإنسانى . وإذا التزمنا بحماية كل الأنواع ، فسنجد أن تعبيد مساحة فدادين معدودة من الأرض بغرض إقامة ساحة انتظار سيكون أمرا مهما . ولما كانت معظم الأنواع ذات نطاقات صغيرة ، فإن أعدادا كبيرة من الأنواع سيتحتم زوالها عن طريق تدمير المثوى محليا ، تماما مثلما تؤدى الكوارث الطبيعية إلى زوال الأنواع المحلية . إلا أن هدفى من هذا الكتاب هو أن أركز على من يقومون بالأدوار الرئيسية عبر بلايين السنين من تاريخ الحياة ، ولا مفر من أن يؤدى ذلك إلى تأكيد أكبر على الأنواع الأكثر انتشارا ومقاومتها المدهشة للانقراض .

خاتمة

هل اخترنا

كوكبا آمنا ؟

يوثق سجل الحفريات انقراضات لأنواع كثيرة كانت أمورها تسير على أحسن حال – حتى موتها . هل يختلف حالنا عن ذلك أى اختلاف ؟ هل « الإنسان العاقل – الهوموسابينز » عرضة لضربة أولى من مصدر طبيعى يمكن أن تنهى أمرنا رغم ما ثبت من قدرتنا على التغلب على التقلبات الطبيعية للطبيعة ؟ أو هل يمكن لضربة أولى من حجم أقل – لا يبلغ الانقراض الكامل – أن تدمر الحضارة البشرية كما نعرفها ؟

مهما كانت وجهة نظرنا عن الاصطدام بالنيازك كسبب للانقراض فى الماضى ، إلا أن خطر الاصطدام بمذنب أو كويكب يظل جزء من بيئتنا الحالية . ولكن هل يكون احتمال هذا الخطر بالمقارنة بالمخاطر الأخرى اليومية ، احتمالا كبيرا بحيث يبرر الانشغال به ؟ وإذا كان الأمر كذلك ، هل هناك أى شىء يمكننا أن نفعله بهذا الشأن ؟

لقد بُذل فى الإجابة عن هذه الأسئلة جهد له اعتباره . وقد عقد معمل الدفع النفاث * مؤتمرا تحت رعايته فى ١٩٨١ فى سنوماس بولاية كولورادو ، رأسه چين شوميكر وحضره بعض من أفضل العلماء فى فلك المنظومة الشمسية ، والچيولوچيا الفلكية ، والمهندسون والخبراء فى علم الطيران . وتم وضع مسودة تقرير لهذا الاجتماع ولكن لم يتم نشره قط ، ومن الظاهر أن سبب ذلك هو أن المسئولين كانوا جد مشغولين بمشاريع

* الدفع الحادث عن رد فعل للتيار النفاث . (المترجم)

أخرى ، بما فى ذلك إجراء الأبحاث عن مزيد من الكويكبات التى لها مدارات تقطع مدار الأرض . ولحسن الحظ ، فإنه يمكن الحصول على ملخص من مصدر مباشر موجود فى الفصل النهائى من كتاب « الكوارث الكونية » الذى ألفه كلارك تشابمان وداڤيد موريسون .

ما هى احتمالات أن تصطدم الأرض بكويكب أو مذنب مدمر خلال مدى حياتنا ، أو حيوات أطفالنا أو أحفادنا ؟ سنجد من ناحية أنه لم يسبق أن تم تسجيل وفيات بشرية ناتجة عن الاصطدام بالنيازك ، وبالتالى فإن هذا يطرح أن احتمال الخطر هو احتمال جد تافه . ومن الناحية الأخرى ، فإن حدث تونجوسكا فى ١٩٠٨ (أنظر الفصل التاسع) كان يمكن أن يمحو مدينة كبرى . فطاقته كانت تعادل اثنى عشر ميجا طن من مادة ت . ن . ت – أى حوالى ألف مثل للرقم المتداول عن القنبلة الذرية التى ألقيت على هيروشيما (ثلاثة عشر كيلو طن) . وقد حسب إيزاك أزيموف أنه لو كان مذنب تونجوسكا قد اصطدم بالأرض فى وقت أكثر تأخرا بست ساعات – أى بربع دورة من الأرض – لربما محا مدينة سانت بطرسبرج (لينتجراد) .

والأحداث التى من حجم تونجوسكا (أو الأكبر) يقدر لها أنها تحدث فى مكان ما على الأرض كل ٣٠٠ سنة (متوسط زمن الترقب) . وإذا كان هذا التقدير صحيحا ، يكون قد حدث أكثر من اثنى عشر حدثا من نوع تونجو سكا أثناء ما سجل من التاريخ البشرى . وليس مما يدهش أننا لا نعرف منها إلا واحدا فحسب ، ذلك أن جزءا كبيرة جدا من سطح الأرض (بما فى ذلك المحيطات) غير مأهول ، وبالتالى فإن زمن الترقب الفعلى فيما بين الأحداث المدمرة للمدن هو أكبر كثيرا من ٣٠٠ سنة .

على أن ثمة طريقة تناول أخرى لتقييم احتمال الخطر . فقد استنتج العلماء الذين

ساهموا فى مؤتمر سنوماس أن « الاصطدامات المدمرة للحضارة » تحدث فى المتوسط مرة كل ٣٠٠٠٠٠ سنة . والاصطدام الذى من هذا النوع يطلق طاقة تكافىء ما يقرب من ١٠٠٠٠٠ ميجا طن - أى بما يزيد عن ثمانية آلاف مثل لحدث تونجوسكا وبثمانية ملايين مثل لقنبلة هيروشيما . وعبارة « المدمرة للحضارة » تعنى أن يكون الدمار جد هائل بحيث يصبح من المحتمل أن تحل بالأرض فترة طويلة يمكن مقارنتها بالعصور المظلمة (أو فيما يحتمل بالعصر الحجرى) .

وإذا كان متوسط مباعدة هذا الحدث هو ٣٠٠٠٠٠ سنة ، تكون نسبة احتمال تدمير الحضارة فى سنة معينة هى ١ : ٣٠٠٠٠٠ . وبالنسبة لفرد يعيش لخمس وسبعين سنة ، تكون نسبة احتمال الخطر أثناء حياته هى ١ : ٤٠٠٠ . وهذا يصل داخل مدى نسبة المخاطر الطبيعية الأخرى والمخاطر التى يصنعها الإنسان . ويورد تشابمان وموريسون فى كتاب « الكوارث الكونية » . بعض مقارنات مثيرة . فهما يذكران أن نسبة احتمال أن يخبر الواحد منا اصطداما مدمرا للحضارة فى وقت ما أثناء مدى حياة طبيعية ، لهى نسبة أكبر بقدر جوهرى من نسبة احتمال الموت بتحطم لإحدى الطائرات ، كما أنها نسبة تماثل تقريبا نسبة احتمال الموت بسبب حادث عارض من الصعق بالكهرباء ، وحوالى ثلث نسبة خطر أن يُقتل المرء فى حادث عارض من إطلاق النيران .

وعندما أعمل المشاركون فى مؤتمر سنوماس فكرهم لتقييم نسبة الخطر ، فإنهم حرصوا على أن يوضحوا إلى أى حد تبلغ قلة المعلومات المتاحة الموثوق بها حقا عن احتمالات الاصطدام . ومع أن أحسن تقدير لنسبة احتمال حدث مدمر للحضارة هو ١ : ٣٠٠٠٠٠ لكل سنة ، إلا أن مجموعة سنوماس قد وصلت إلى استنتاج أن نسبة الاحتمالات الفعلية يمكن أن تكون عند أى نقطة بين ١ : ١٠٠٠٠ وواحد إلى

مليون . وعدم اليقين هنا يرجع فى جزء منه إلى نقص معرفتنا بعشائر * المذنبات والكويكبات (ومداراتها) ، كما يرجع فى جزء منه إلى الجهل بالتأثيرات البيئية .

وعامل عدم اليقين هنا قدره أكبر كثيرا من تقدير عامل عدم اليقين باثنين كما طرحه چين شوميكر بالنسبة لتوقيت الحفر الكبيرة (الفصل التاسع) ، ومما يثير السخرية أن التقديرات التى للحفر الكبيرة يمكن الاعتماد عليها أكثر من تقديرات الاصطدامات الأصغر ، لأن هذه الصغيرة لا تخلف وراءها سجلا چيولوچيا باقيا .

ومن الواضح أنه يمكن النظر إلى نسبة احتمال الخطر فيما يتعلق بالعشائر البشرية على أنها نسبة تافهة أو على أنها نسبة ذات دلالة ، وذلك حسب ما يعتبره المرء ككارثة خطيرة وحسب الطريقة التى يَعمل بها المرء بالحساب . واحساسى الشخصى هو أن هذه المخاطر أشد قربا مما نتصوره . ولست أعرف على أى جانب سيكون موقعنا بالنسبة للحد الذى يفصل بين نسبة الخطر المقبولة وغير المقبولة . وتشاپمان وموريسون هما أيضا يتخذان جانب الحذر . فهما يلاحظان أن تقدير مؤتمر سنوماس يجعل نسبة الخطر (لكل فرد) لوقوع اصطدام مدمر هى نسبة « أكبر » من نسبة خطر الموت بتأثير « مادة تى سى إى [تريكلورو الإيثيلين ، أحد المواد المسرطنة] أو بتأثير مواد الأسبستوس العازلة أو بتأثير السكارين ، أو ألعاب الصواريخ النارية ، أو « القوة النووية » – إلا أن نسبة الخطر هذه « أقل » كثيراً من نسبة خطر الموت من السجائر ، أو من حوادث السيارات .

والأمر فى هذا كله يعتمد كثيراً على ما إذا كان الاصطدام مما يمكن تجنبه . وهذا يحيلنا إلى أسئلة عديدة : هل يمكن أن يكون هناك إنذار بالاصطدام الوشيك ؟ وإذا كان الأمر كذلك ، هل يمكن فعل أى شىء لمنع الاصطدام ؟ وهل سيكون هناك وقت كاف ؟

* المقصود هنا العشائر الإحصائية . (المترجم)

وفيما يُقدر ، فإن ما تم أكتشافه من الكويكبات الكبيرة (أكبر من كيلو متر واحد) ذات المدارات التى تقطع مدار الأرض هو فحسب حوالى ٥ فى المائة منها . وبالنسبة لهذه الكويكبات فإن مداراتها معروفة جيدا بما يكفى لأن يكون لدينا كما ينبغى زمن إنذارى يبلغ عدة سنوات أو حتى عدة عقود . أما فيما يتعلق بنسبة الـ ٩٥ فى المائة من معترضى الأرض الذين لم يتم أكتشافهم بعد ، فإن الوقت المتاح للإنذار سيكون قصيراً جدا ، وسوف يعتمد أكتشافها على الرؤية الفعلية لجرم مقترب .

وقد خبرت الأرض فى مارس ١٩٨٩ واحدا من أحداث كثيرة من أحداث الإفلات عن قرب من الاصطدام . فثمة كويكب يبلغ قطره على الأقل ثلث الكيلو متر قد مر بنا على مسافة تبلغ حوالى مثلى المسافة من هنا للقمر . وقد سمى هذا الكويكب ١٩٨٩ إف سى ، وقد استمرت مشاهدته لبضعة أيام « بعد » مروره بالأرض . والطريقة الطبيعية لأكتشاف الكويكبات تكون بمقارنة صور فوتوغرافية للمنظر الخلوى للسماء يتم التقاطها على فترات تتباعد تقريبا بخمس وأربعين دقيقة . وبعد إجراء التصحيحات اللازمة للإزاحة الطبيعية للنجوم بسبب دوران الأرض ، فإن الكويكب (أو المذنب) يصبح مما يمكن مشاهدته كنقطة ضوء تحدث لها إزاحة فيما بين الأوقات التى التقطت فيها الصور الفوتوغرافية . ومما يثير السخرية ، أنه إذا كان الجرم متجها مباشرة إلى الأرض ، فإننا لن نرى أى إزاحة ، ولن تتم ملاحظة الجرم فيما يحتمل .

وبالتالى ، فإن وقت الإنذار قد لا يكون كافيا لأن تحدث استجابة مفيدة أو رد فعل مفيد . على أن بعض الناس متفائلون . فقد حدث فى مايو ١٩٩٠ أن أصدر المعهد الأمريكى لعلم الطيران وملاحة الفضاء ورقة عن الموقف تحاج بقوة لإجراء دراسة جادة (وتمويل جاد أيضا) لمشكلة الاصطدام - وذلك لزيادة معرفتنا بأجرام المنظومة

الشمسية ذات المدارات التى تقطع مدارات الأرض ، ولاستكشاف « المناهج والتكنولوچيات التى تؤدى لأن تدمر أو تحرف مسار » الأجرام إذا كان ثمة تنبؤ بالاصطدام . وهذه المقولة للمعهد الأمريكى لعلم الطيران وملاحة الفضاء قد تعهدها نائب الرئيس كويل * برعايته بصفته رئيسا للمجلس القومى للفضاء . ومرة أخرى فإن نظرتنا للقضية على أنها قضية قوية أو ضعيفة هى أمر يعتمد على تقييمنا لدقة التقديرات الحالية لاحتمالات الاصطدام .

إنه موقف من حلقة مفرغة : فنحن لن نعرف مدى أمن (أو عدم أمن) كوكبنا إلا إذا تم إجراء مزيد من البحث عن معدلات الاصطدام - إلا أن تمويل هذا البحث أمر يصعب تبريره بدون براهين أقوى على أنه نسبة خطر الاصطدام على المجتمع هى نسبة خطيرة . ها نحن لا نعرف إذا كنا قد اخترنا كوكبا آمنا .

---

* نائب الرئيس أيام رئاسة بوش ٨٨ - ١٩٩٢ . (المترجم)

معجم *

– زيغ كرى أو انحراف كرى للضوء : Aberration (Spherical)

تشوه فى شكل الصورة التى تتكون لجسم ما بالانعكاس أو بالانكسار فى فى سطح شديد التكور .

– الحين : مدة من الزمن الچيولوچى تطلق على قسم من الفترة (Epoch) Age

– تمساح أمريكى ، قاطور . Alligator

– أشابة ، خليط من معدنين أو أكثر Alloy

– أمونيتات : Ammonites

أصداف متحجرة ملتفة لرخويات منقرضة

– كويكب : Asteroid

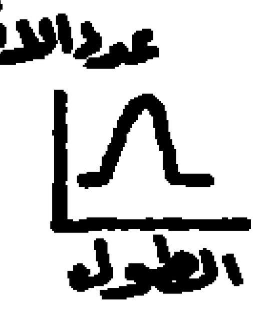
الكويكبات أجرام صخرية تدور حول الشمس ، وهى بقايا من المذنبات أو الحطام الناتج عن اصطدام أجرام صغيرة أثناء تكون المنظومة الشمسية .

– منحنى ناقوسى Bell Shaped curve

عند رسم منحنى لتوزيع إحدى الصفات بين أفراد عشيرة احصائية ، كأن يرسم مثلا منحنى لتوزيع أطوال البشر أو أوزانهم ، فإن النتيجة التقليدية أن يكون المنحنى فى

---

* استعنا فى هذا المعجم بمعاجم مجمع اللغة العربية المصرى وقاموس المورد لمنير بعلبكى .

شكل ناقوس 

بحيث يكون طول معظم الأفراد مثلا قريب من المتوسط أما ذوى القامة القصيرة جدا أو الطويلة جدا عن المتوسط فيكونوا فى أطراف المنحنى حيث عددهم قليل .

– تنوع بيولوچى Biodiversity

– الكتلة الحيوية : Biomass

قدر أو حجم الأحياء أو الحفريات نباتية أو حيوانية أو كليهما فى وحدة المساحة .

– المحيط الحيوى ، الغلاف الحيوى Biosphere

الكائنات الحية ومحيطها ، أو ذلك الجزء من العالم الذى يمكن للحياة أن توجد فيه ، أى مجال الحياة فى الأرض وما حولها .

– المنطقة الطبقاتية الحيوية Biostratigraphic Zone

– أحيائية ، بيوتا : Biota

منظومة النباتات والحيوانات فى منطقة ما وفى حقبة زمنية ما .

– نيزك متفجر . Bolide

– كالديرا Caldera

منخفض عظيم فى أعلى البركان يحل محل القمة التى نسفها البركان فى أثناء أحد انفجاراته الشديدة ، وقد يبلغ قطر الكالديرا عشرة كيلو مترات أو أكثر .

- نظرية الكوارث ، أو الكارثية : Catastrophic (Theory)

نظرية بأن التغيرات الچيولوچية ترجع إلى كوارث فجائية تبيد الحياة فى أحد العصور وتهيئ الظروف لحياة أخرى .

- حقب الحياة الحديثة Cenozoic era

أحدث الأقسام الثلاثة لدهر الحياة الظاهرة ، ومداه نحو ٦٥ مليون سنة

- بطلينوس : Clam

حيوان من الرخويات أو السمك الصدفى

- مجانسات : Cogeners

حيوانات تعيش طبيعيا مع أنواع أخرى من نفس جنسها .

- مذنب : Comet

المذنبات أعضاء فى المجموعة الشمسية تتحرك حول الشمس فى مدارات مطولة . ويعتقد أنها أقرب فى الشبه إلى كرات ثلج قذرة يصل حجمها إلى الميل . وهى جد رقيقة بحيث أن « الرياح الشمسية » تذرو منها مادتها وينتج عنها أذيال طويلة من الغاز والغبار ، وذلك هو مظهرها المألوف فى السماء .

- العصر الطباشيرى : Cretaceous Period

الدور الثالث والأخير من حقب الحياة الوسطى ، وتكثر فيه صخور الطباشير (Creta) . وأنتشرت أثناؤه ثدييات بدائية جرابية كالكنغر وظهرت النباتات المزهرة وبادت الزواحف الضخمة والأمونيتات بانتهائه منذ ٦٥ مليون سنة .

- بيولوچيا المحافظة (على البيئة) . Conservation biology

- انجراف قارى : Continental drift

نظرية بأن القارات تتباعد بمسافات ضئيلة ، ولكنها تصبح بمرور الزمن مسافات لها قدرها .

- رف قارى : Continental Shelf

الجزء من رصيف القارة المغطى بماء البحر .

- منحدر قارى : Continental Slope

جزء القارة الذى ينحدر فى البحر بعد الحافة .

- زوبعة حلزونية Cyclone

- عالم ديموجرافيا : Demographer

والديموجرافيا هى علم دراسة السكان من حيث إحصاء المواليد والوفيات والصحة والزواج وما إلى ذلك .

- العصر الديڤونى : Devonian Period

الدور الرابع من حقب الحياة القديمة ، وأهم أحافيره الأسماك والمرجانيات الرباعية والسرخسيات ، وقد أنتهى منذ حوالى ٣٥٥ مليون سنة . والاسم مشتق من ديفونشير وهى مقاطعة بانجلترا .

- قنفذ بحرى أسود فى البحر الكاريبى Diadema

- عقيدة (دوجما) : Dogma

ما لا يقبل الشك عند معتقده ، وتطلق أيضاً على الرأى المعترف به بين أنصار مذهب واحد كالعقيدة الماركسية .

- إيكولوچيا (علم التبيؤ) : Ecology

فرع من علم الأحياء يدرس العلاقة بين الكائنات الحية وبيئتها .

- منظومة ايكولوچية . Ecosytem

- إمبريقى ، تجربى : Empirical

كل معرفة تستمد من الحس أو التجربة ، وذلك فى مقابل الفطرى أو العقلى . ومن حيث مناهج البحث فإن الامبريقى هو كل ما يعتمد على الملاحظة أو التجربة المباشرة ، وذلك فى مقابل ما هو نظرى أو استنباطى .

- عصر الإيوسين : Eocine Period

ثانى عصور حقب الحياة الحديثة ، وقد عاش أثناءه أسلاف معظم ما نراه اليوم من الأحياء وانتهى منذ حوالى ٤٠ مليون سنة . والاسم مشتق من كلمتى (Eos) بمعنى الفجر و (Cenos) بمعنى الحديث .

- الدهر ، الأبد Eon

أطول مرحلة من مراحل الزمن الچيولوچى ولا يقل مداها عن عدة مئات من ملايين السنين قد تصل إلى ألف مليون أو أكثر . وينقسم الزمان الچيولوچى إلى ثلاثة دهور

هى (أ) دهر اللاحياة Azoic eon ، وهو أقدم الدهور ويزيد مداه على ١٧٠٠ مليون سنة ، والصخور التى تكونت فيه منذ صارت للأرض قشرة صخرية لم يعثر فيها على أية آثار تدل على وجود الحياة فيها (ب) دهر الحياة الخافية Cryptozoic eon ، ثانى دهور الزمان الچيولوچى ويبلغ مداه نحو ٢٦٠٠ مليون سنة ، وبعض صخوره الحديثة نسبيا بها شواهد تدل على أن أشكالا بدائية جدا من الحياة كانت تعيش عليها ولكنها خالية من أية آثار حقيقية للحياة . (ج) دهر الحياة الظاهرة Phanerozoic eon ، ثالث وآخر دهور الزمن الچيولوچى ، ويبلغ مداه نحو ٥٧٠ مليون سنة ، وتتميز صخوره باحتوائها على حفريات لبقايا الكائنات الحية القديمة التى عاشت خلال ذلك الدهر .

والدهر ينقسم إلى أحقاب Era ، والحقب إلى عصور Periods والعصور إلى فترات Epochs والفترات إلى أحيان Ages

– الفترة : Epoch

مدة من الزمن الچيولوچى تطلق على قسم من أقسام العصر ، وتنقسم كل فترة إلى أحيان . ولم تسمح وسائل التقسيم بتصنيف الأحيان إلا فى الفترات التى تتبع أحقاب دهر الحياة الظاهرة .

– الحقب : Era

أطول المراحل التى ينقسم إليها أحد الدهور الچيولوچية . ويقاس مداه بعشرات الملايين من السنين أو بعدد قليل من مئات الملايين . ويمتاز بصورة عامة للحياة تختلف اختلاف بينا عن صورتها فى غيره من الأحقاب .

وينقسم دهر الحياة الخافية إلى حقبين هما حقب الحياة العتيقة (الأركيوزوى) ومداه حوالى ١٠٠٠ مليون سنة ، ويتلوه حقب طلائع الأحياء (البروتيروزوى) ومداه حوالى ١٦٠٠ مليون سنة . أما دهر الحياة الظاهرة فينقسم إلى ثلاثة أحقاب هى حسب القدم : حقب الحياة القديمة (الباليوزوى) ومداه نحو ٣٠٠ مليون سنة ، ويتلوه حقب الحياة الوسطى (الميزوزوى) ومداه نحو ١٣٠ مليون سنة ، ثم حقب الحياة الحديثة (السينوزوى) ومداه نحو ٦٥ مليون سنة .

– يوريبتيريدات : Europterids

مفصليات منقرضة وجدت فى حقب الحياة القديمة وتشبه سرطان مارد وهى من أكبر اللافقاريات التى عاشت على الأرض .

– الايوسكيات : Eosuchia

زواحف منقرضة هى أسلاف الثعابين والسحالى .

– منظومة الحيوان فى مكان ما فى زمن ما . Fauna

– أبواغ السرخس Fern Spores

– المثقبات ، المنخريات : Foraminifera

رتبة من الأوليات يبنى فيها الحيوان حول نفسه صدفة رملية أو جيرية أو كيتينية وتمتاز الصدفة بوجود ثقوب كثيرة فيها .

Gaigayears before Present (= ga BP)

– جايجا سنة قبل الزمان الحالى (= جا ق زح) . والجايجا معناها ألف مليون .

- خاص بالأنساب ، نَسَبى Genealogical

- الطاقم الوراثى : Genome

مجموع المحتوى الوراثى فى جاميت

- تثلج ، تثليج : Glaciation

نمو المثالج ومسطحات التثليج على الأرض وزوالها ونشاطها الچيولوچى من حت وترسيب ، وما ينتج عن هذا من تشكيل لسطح الأرض وترك معالم تدل عليه .

- المثلجة : Glacier

تجميع جليدى عظيم غير ثابت قد يتحرك فى مجار تشبه الأنهار .

- التدريجية : Gradualism

مذهب بأن تطور الكائنات الحية يحدث بتغيرات تدريجية رهيفة ، وذلك فى مقابل مذهب التوازنات المتقطعة أو المرقومة الذى يطرح أن التطور يجرى فى تفجيرات مفاجئة تقطع فترات طويلة من السكون حيث لا يقع تغير تطورى فى السلالة المعينة .

- المثوى ، الموطن البيئى : Habitat

نطاق طبيعى واسع أو إمتداد ، له مقومات بيئية عامة وتقطنه مجتمعات من الأحياء مكيفة عضويا وجسمانيا ووظيفيا للظروف البيئية السائدة فيه .

- دجاج المرج Heath hen

- إعصار : Hurricane

دوامة فى الهواء تتجه إلى أعلى ويصحبها مطر وبرق ورعد .

– عالم هيدرولوچيا : Hydrologist

والهيدرولوچيا هى العلم الذى يعالج موضوع الماء فى الكرة الأرضية ، أى خصائص المياه وظواهرها وتوزعها فوق سطح الأرض وفى التربة وتحت الصخور وفى الجو .

– العصر الجليدى ، الحين الجليدى : Ice age

(أنظر Glaciation)

استيلاد داخلى : Inbreeding

استيلاد يتم بين حيوانات أو نباتات تجمعها قرابة وثيقة ، ويحدث فى الطبيعة نتيجة قلة حجم العشيرة وتشوه نسبة الجنسين . وقد يتعمده مربو الحيوان والنبات لحفظ أو تثبيت بعض الصفات المرغوب فيها .

خطوط التحارر : Isotherms

خطوط على خريطة لسطح الأرض تربط المواطن ذات درجة الحرارة المتساوية فى وقت معين .

– العصر الجوراوى : Jurassic Period

الدور الثانى من حقب الحياة الوسطى (الميزوزوى) ، والاسم مشتق من جبال چورا فى سويسرا . وقد سادت فى هذا العصر الزواحف الضخة كالديناصورات والأمونيتات ونباتات الفصيلة السيكادية ، وظهر فيه أوائل الطير . وقد انتهى منذ حوالى ١٣٥ مليون سنة .

جزر المعابر الأرضية : Land - bridge islands

والمعابر الأرضية اتصالات أرضية قديمة ضيقة هناك نظرية بوجودها بين أفريقية ومدغشقر والهند وأمريكا الجنوبية فيما قبل العصور الچيولوچية الحديثة ، ويعلل ذلك التشابه الموجود بين صور الأحياء القديمة فى هذه الأقاليم .

الحمم ، اللابة : Lava

حمم من مصهور الصخر تسيل من فوهة البركان ، ويطلق أيضاً على الصخر الصلب الناشىء عن تبرد هذه الحمم .

- جرابيات : حيوانات تحتفظ بوليدها لفترة فى كيس أو جراب كالكنجر Marsupials

حقب الحياة الوسطى (الحقب الميزوزوى) : Mesizoic era

زمن يتلو حقب الحياة القديمة فى دهر الحياة الظاهرة . والكائنات الحية فيه أرقى مما سبق ، وتُعتبر حلقة اتصال بين الحياة القديمة والحديثة . وقد تميزت بعض الكائنات الحية فيه بضخامتها مثل الديناصورات والأمونيتات . وبدأ هذا الحقب منذ حوالى مائتى مليون سنة وانتهى منذ ٦٥ مليون سنة والاسم مشتق من كلمتى Mesos وتعنى متوسط وZoo وتعنى حياة .

شهاب : Meteor

خط الضوء الذى يرى فى سماء الليل الصافية عندما يحدث أن يحترق فى الطبقات العليا لجو الأرض جسيم صغير من الغبار أو الحجارة التى ما بين النجوم .

نيزك : Meteorite

شهاب يحط على الأرض ، بقايا شهابيات يعثر عليها فى الأرض .

نسبة لمتروبوليس ، أى ينتمى للمدن الحواضر	Meropolitan
مليون سنة قبل الزمن الحاضر (ما ق زح)	Million years before Present (ma BP)
الحد الأدنى للعشيرة القابلة للحياة :	Minimum Viable Population (MVP)
رخويات ، كالمحار والحلزون	Mollusks
ناسا : وكالة الفضاء الأمريكية	Nasa
رتبة (حيوان أو نبات) .	Order
العصر الأوردوفيسى :	Ordovician Period

العصر الثانى من حقب الحياة القديمة (الباليوزوى) . وقد مضى عليه ٤٤٠ مليون سنة وأهم أحافيره الجرابتوليتات أو الخطيات ، وهى حيوانات منقرضة تعيش فى هيئة مستعمرات من فروع عديدة تتدلى عادة من انتفاخ يشبه العائمة وتوجد فى الحالة الحفرية ملتصقة بأسطح الصخور وتتحول عادة إلى مادة الجرافيت فتشبة الخط أو الكتابة ومن هنا اشتق اسمها . واسم العصر الاوردوفيسى مشتق من كلمة أوردوفيس وهى اسم قبيلة قديمة كانت تسكن شمال ويلز .

علماء الطيور :	Ornithologists
محار بحرى ، من الرخويات	Oysters
عصر الباليوسين	Paleocine Period

أول عصور حقبة الحياة الحديثة وفية ظهرت أول الأنواع الثدييات من الجرابيات .

حقب الحياة القديمة (الباليوزوى) : Paleozoic era

زمن تتميز صخوره الصلبة بوجود حفريات واضحة المعالم للأحياء القديمة المنقرضة . وقد بدأ منذ حوالى ٥٧٠ مليون سنة وانتهى منذ حوالى مائتى مليون سنة . والاسم مشتق من كلمتى Paleo بمعنى قديم و Zoo بمعنى حياة .

العصر : Period

مرحلة طويلة من مراحل الحقب ويقاس مدى العصر ببضع عشرات من ملايين السنين . ويتميز كل عصر برتب وفصائل حيوانية ونباتية تنقرض أغلبها أو تقل أهميتها مع نهاية العصر . ويقسم العصر إلى فترات Epochs ، والفترات إلى أحيان Ages .

– العصر البرمى : Permian Period

المرحلة السادسة والأخيرة من حقب الحياة القديمة (الباليوزوى) ، انقرضت أثناؤه معظم الكائنات التى كانت تعيش فى العصور السابقة له ، وكثرت فيه رواسب الأملاح بسبب حرارة الجو . وقد بدأ من حوالى ٣٠٠ مليون سنة وانقضى منذ حوالى مائتى مليون سنة . والاسم مشتق من كلمة « بيرم » وهى مقاطعة فى روسيا .

– دهر الحياة الظاهرة : Phanerozoic Eon

(أنظر Eon)

– قيد التطور النوعى Phylogenic Constraint

– الشعبة : Phylum

تصنف الحيوانات إلى شعب ، والشعبة تقسم إلى طوائف Classes ثم إلى رتبة Order ، ثم عائلة Family ثم جنس Genus ثم نوع Species ثم ضرب أو صنف Variery .

- تحول شُعبى : Phyletic transformation

- المشيميات : Placentals

الحيوانات التى يصحب حمل إناثها تكون المشيمة فى الرحم . والمشيمة هى عضو اتصال الجنين بالرحم ووسيلة تغذيته . وعند الولادة تخرج المشيمة مع الوليد خارج الرحم .

- ينتمى للمعلقات : Planktonics

والمعلقات أو العوالق كائنات حيوانية أو نباتية صغيرة معلقة فى المياه أو طافية .

- المثقبات المعلقة : Planktonic Forams

- عصر البليستوسين : Pleistocene Period

سادس عصور حقب الحياة الحديثة ، انقرضت أثناؤه الثدييات العظيمة وبزغ فجر الثقافة الفكرية والصناعية ، وامتاز بكثرة الجليد الذى طغى مرارا على أجزاء شاسعة من سطح الأرض . وقد بدأ منذ حوالى مليون سنة . وفى إثنائه كثرت الأمطار فى مصر ولم يغط الجليد أرضها . والاسم مشتق من كلمتى Pleistos ومعناها الأكثر و Cenos ومعناها حديث .

- أحقاب ما قبل الكمبرى : Precambrian eras

لفظ يطلق على كل ما سبق حقب الحياة القديمة (الباليوزوى) .

التوازن المتقطع ، التوازن المرقوم : Punctuated equilibrium

نظرية بأن التطور يجرى فى طفرات مفاجئة تقطع فترات طويلة من السكون لا يقع فيها تغير تطورى فى السلالة المعينة . (أنظر Gradualism) .

- حاجز (استوائى) Reef (Tropical)

- حد الانعكاس Reflecting Boundary

- تخلخل معكوس Reverse rarifaction

- ملتهمات Scavengers

- نزعة جنسية Sexism

- تلف جسدى : Somatic damage

ضرر يصيب الخلايا الجسدية وليس الخلايا الجرثومية (البويضة والحيوان المنوى) .

- تنوا ع Speciation

- بوغ ، بوغة (أبوا غ) : Spore (s)

- محدود الانتشار البيئى Stenotypic

- منطقة طبقاتية (إستراتيجرافية) : Stratigraphic Zone

والاستراتيجرافيا علم طبقات الأرض أى دراسة طبقات الأرض وعلاقة بعضها ببعض من حيث الوضع والعمر والتركيب الحجرى والمحتوى الحفرى وما إلى ذلك .

- نوات النسيج الضام Stromalites

- نويع Subspecies

- سوپرنوڤا : Supernova

ظهور مفاجيء أو سطوع مفاجيء لأحد النجوم ينتج عن انفجار بعصف بمعظم مادة النجم الخارجية ، ويصحب ذلك تقلص ما بقى منه إلى كرة كثيفة صغيرة من النيوترونات (نجم نيوترونى) أو تقلصه إلى ثقب أسود .

- تكافل ، تعايش : Symbiosis

أن يتكافل معا فى عيشهما كائنان حيان غير متشابهين .

- علم التصنيف ، تاكسونوميا : Taxonomy

المبادىء العامة للتصنيف وخاصة تصنيف النبات والحيوان إلى شعب وطوائف ورتب وعائلات وأجناس وأنواع .

- تكتونيكا ، تكتونية : Tectonics

(أ) تكتونيكا : فرع من الچيولوچيا يبحث فى المعالم التركيبية الكبرى للأرض وأسبابها .

(ب) تكتونية : جميع المعالم البنيوية التى تطرأ على الصخر مثل الطى والتصدع والتفلق ، وتنشأ هذه المعالم بتأثير من الحركات الأرضية البسيطة والبانية للجبال .

- الحقب الثالث : Tertiary Era

الحقب الذى تكونت فيه المجموعة الثالثة من الصخور الرسوبية وقد بدأ ترسبها منذ نحو ٦٥ مليون من السنين .

- تحليل التسلسل الزمنى — Time Series analysis

- العصر الثلاثى « الترياسى » : — Triassic Period

أول أقسام حقب الحياة الوسطى ، وفيه أخذت الزواحف فى الانتشار ، وقد بدأ منذ حوالى ٢٥٠ مليون سنة وانتهى منذ حوالى ١٩٥ مليون سنة . واسمه مشتق من أن مكتشفى صخوره بألمانيا قد قسموها إلى ثلاثة أقسام .

- الثلاثيات الفصية — Trilobites

- منخفض استوائى — Tropical depression

- اضطراب استوائى — Tropical disturbance

- عاصفة استوائية — Tropical Storm

- تسوناميات : — Tsunamis

موجات عظيمة تدهم السواحل نتيجة لزلزال أو انفجار بركانى فى قاع البحر . والكلمة من أصل يابانى بمعنى Tsu = ميناء ، و nai = موجة .

- تقلاب — Turnover

- الاتساقية — Uniformitarianism

- تنوع — Variation

- صنف ، ضرب : فى التاكسونوميا Variety

(أنظر Taxonomy)

— التجوية : Weathering

تفتت أو تحلل الصخور بتأثير التقلبات الجوية ونشاط عوامل الجو وغيرها من العوامل السطحية .

- انقراض عبثي Wanton extinction

المحتويات

فهرس الأشكال التوضيحية

مقدمة المترجم

تمهيد

مقدمة لستيفن چاى جولد

١ – كل الأنواع تقريبا قد انقرضت .

هل الانقراض مهم ؟ چينات سيئة أم حظ سيء ؟

طبيعة الانقراض . من الذى يدرس الانقراض .

كلمة عن الكلمة . النوع مُعرَّفا . الهدف من الانقراض إن كان له أى هدف .

٢ – تاريخ موجز للحياة :

أصل الحياة . حياة معقدة . نوعية سجل الحفريات .

٦٠٠ مليون سنة من التقلبات .

التماثل مع سوق الأوراق المالية .

عيون الثلاثيات الفصّية . الحواجز الاستوائية . الزواحف الطائرة . التطور البشرى . الحفريات الحية .

٣ – إفلاس المقامر ومسائل أخرى :

لعب القمار . مفاهيم العشوائية . المقامرة للبقاء .

اختلاف معدلات الانقراض والتنواع .

رسوم بيانية نسجية ذات ميلان . نماذج أخرى . حاشية عن انقراض الألقاب .

٤ – الانقراضات الجماعية :

الانقراض الجماعى ط – ث . قياس الانقراض . حاشية عن القتل .

المدى الزمنى للانقراضات الجماعية . هل تختلف الانقراضات الجماعية عن الانقراضات الخلفية ؟ منحنى القتل .

٥ – انتخابية الانقراض :

الحرب الخاطفة للعصر الجليدى . انتخابية الحرب الخاطفة .

حجم الجسم وانقراض ط – ث . أمثلة أخرى لتأثير حجم الجسم تأثيرا متحيزا .

أمثلة أخرى للانتخابية . الانتخابية التاكسونومية .

الچينات السيئة للثلاثيات الفصية . بعض الدلالات . الملخص .

٦ – البحث عن الأسباب :

ندرة الانقراض . حكايات هكذا وحسب . حذار من التشبيه بالصفات الانسانية ! عود إلى منحنى القتل .

٧ – الأسباب البيولوچية للانقرض :

هل الأنواع هشة هى والمنظومات الايكولوچية ؟

حالة دجاج المرج . أهمية الضربة الأولى . مشكلات العشائر الصغيرة . التنافس . ظواهر الأنواع – المساحة . الأنواع – المساحة والانقراضات السابقة . المبادلة الأمريكية الكبرى . تاريخ غابات المطر الاستوائى .

٨ – الأسباب الفيزيقية للانقراض :

مأثورات تقليدية . مستوى البحر والمناخ . ظواهر الأنواع – المساحة .

اختبار مستوى البحر والمناخ . خبرة العصر البليستوسينى . أسباب فيزيقية غريبة . نشاط بركانى بقوة لم يسمع بها من قبل . أسباب كونية .

٩ – صخور تهوى من السماء :

معدلات تكوين الحفر . قوة التدمير . ألفاريز وانقراض ط – ث . دورية الانقراض ونمسيس .

١٠ – هل يمكن أن يكون كل الانقراض ناتجا عن الاصطدام بنيزك ؟ :

محاجات المعقولية ؟ محاجات من المشاهدة . الانقراضات ذات صلة بالحفر . الانقراضات ليست ذات صلة بالحفر . التقييم .

١١ – نظرات على الانقراض :

كيف يصير الانقراض . انقراض عبثى . دور الانقراض فى التطور .

چينات سيئة أم حظ سىء ؟ حاشية عن الانقراضات الآن .

خاتمة : هل اخترنا كوكبا آمنا ؟

معجم

الأشكال التوضيحية

١-١ أصل الطيور

١-٢ التنوع والتحول الشُعبى

١-٣ تأثير الانقراض على الأشجار التطورية

٢-١ التدريج الزمنى الچيولوچى القياسى

٢-٢ تاريخ الحواجز الاستوائية

٣-١ محاكاة إفلاس المقامر

٣-٢ مدى طول حيوان الأجناس الحفرية

٣-٣ أحجام الأجناس فى الثدييات

٣-٤ محاكاة العصا المكسورة

٤-١ احداث الانقراض الأساسية فى الماضى

٤-٢ الرسم البيانى للتخلخل العكسى

٤-٣ تأثيرات التآكل على التعاقب الچيولوچى

٤-٤ تكرر الانقراضات الكبيرة والصغيرة

٤-٥ منحنى القتل للأنواع الحفرية

٦-١ منحنى القتل مكررا

٧-١ رسم بيانى لظاهرة الأنواع - المساحة

٧-٢ الغابات المطرية بأمريكا الجنوبية فيما مضى والآن .

٨-١ تاريخ مستوى البحر

٨-٢ تاريخ درجة حرارة مياه المحيط

١٠-١ منحنى الانقراض - الاصطدام

المشروع القومى للترجمة
(تحت الطبع)

مختارات	فيليب لاركين	ت : د. محمد مصطفى بدوى
الشعر النسائى فى أمريكا اللاتينية	مختارات	ت : د. طلعت شاهين
الأعمال الكاملة	جورج سفيريس	ت : د. نعيم عطية
قصة العلم	ج. ج. كرواثر	ت : د. يمنى طريف الخولى/ د. بدوى عبد الفتاح
خوخة وألف خوخة	صمد بهرنكى	ت : د. ماجدة محمد على
مذكرات رحالة	جون أنتيس	ت : سيد أحمد على الناصرى
دين مصر العام	محمد حسين هيكل	ت : أحمد محمد حسين هيكل
اللهب المزدوج	اكتافيو باث	ت : المهدى أخريف
التنوع البشرى الخلاق		ت : نخبة
ما بعد المركزية الأوربية	بيتر جران	ت : د. محمد عاطف أحمد السيد/ إبراهيم فتحى سليمان/ محمود ماجد
الانقراض	ديفيد روس	ت : د. مصطفى إبراهيم فهمى
النظريات الحديثة للسرد	والاس فاوتن	ت : د. حياة جاسم
قصيدة حب	بابلو نيرودا	ت : د. محمود السيد
التراث المغدور	روبرت دونيا جون فاين	ت : أحمد محمود
الرواية العربية	روجر ألن	ت : د. حصة عبد الرحمن منيف

المشروع القومى للترجمة

اللغة العليا	جون كوين	أ. د. أحمد درويش
الوثنية والإسلام	مادهو بانيكار جى. ام	أ. أحمد فؤاد بلبع
التراث المسروق	جورج/ جيمس	ت : شوقى جلال
كيف تتم كتابة السيناريو	اتى كاريتنكوفا	ت : أحمد الحضرى
ثريا فى غيبوبة	إسماعيل فصيح	ت : د. محمد علاء الدين منصور
اتجاهات البحث اللسانى	ميلكا إفيتش	ت : د. سعد مصلوح/ د. وفاء كامل فايد
العلوم الإنسانية والفلسفة	لوسيان غولدمان	ت : يوسف الانطاكى
مشعلوا الحرائق	ماكس فريش	ت : د. مصطفى ماهر
التغيرات البيئية	أندرو س. جودى	ت : د. محمود محمد عاشور
خطاب الحكاية	جيرار جينيت	ت : محمد معتصم وآخرون
مختارات	فيسوافا شمبيوريسكا	ت : د. محمد هناء عبدالفتاح
طريق الحرير	ديفيد برانستون وايرين فرانك	ت : أحمد محمود
ديانة الساميين	روبرتسون سميث	ت : عبد الوهاب علوب
التحليل النفسى والأدب	جان بيلمان نويل	ت : حسن المودن
حركات الفن المعاصر	ادوارد لويس سميث	ت : أشرف رفيق عفيفى
أثينة السوداء	مارتن برنال	ت : د. لطفى عبد الوهاب يحى/ د. فاروق القاضى/ د. حسين الشيخ/ د. منيرة كروان / د. عبد الوهاب علوب
واحة سيوة وموسيقاها		ت : محمد جمال عبد الرحيم
تجلى الجميل	هانز جورج جادامر	ت : سيد توفيق
المثنوى	جلال الدين الرومى	ت : د. إبراهيم الدسوقى شتا
ظلال المستقبل	باتريك بارندر	ت : د. بكر عباس
مصادر دراسة التاريخ الإسلامى		

المجلس الأعلى للثقافة

Extinction

ROUP NORTON

حدث فى السنين الأخيرة تقدم كبير فى أبحاث الچيولوچيا وفروعها مثل علم الباليونتولوچيا الذى يبحث أشكال الحياة فى العصور الجيولوجية السابقة كما تمثلها الحفريات الحيوانية والنباتية . ومنذ بدأت هذه الدراسات عرف العلماء أن هناك أنواعا كثيرة من الكائنات الحية قد انقرضت تماما واختفت من على سطح الكوكب الأرضى . والمثل المشهور لذلك هو انقراض الديناصورات . والانقراضات عموما ظلت مستمرة منذ بدء الحياة على طول الزمان الجيولوجى ، وهو زمان يقاس ببلايين السنين .

ولكن هل يمكن أن تفسر كل الانقراضات الكبيرة والصغيرة بسبب واحد هو الاصطدام بجرم سماوى أو نيزك ؟ هناك حجج فى صف ذلك وحجج أخرى ضده ، وما زالت الأمور غير محسومة ومفتوحة للبحث والنقاش ، على أن مجمل القول كما يرى داڤيد روپ فى كتابه هذا ، أن أفضل ما يمكن تخمينه هو أن الانقراض توليفة من الجينات السيئة أو عدم التكيف ، ومن الحظ السىء أو نظرية الاصطدام . فبعض الأنواع قد تنقرض لأنها لا تستطيع التغلب على تحديات البيئة فى موطنها ، ولكن الأغلب فى الانقراضات الجماعية أن يكون سببها هو سوء حظ الأنواع المنقرضة إذ تتعرض لضغوط فيزيقية كالاصطدام . ولعل الأمر أن الانقراض بسوء الحظ أو الاصطدام يعمل على المستويات الأكبر درجة فى تصنيف الكائنات ، أى مستوى الطوائف أو العائلات أو الأنواع ، أما الانقراض بعدم التكيف فيعمل على المستويات الأصغر كعشيرة محلية لنوع فردى .

ومؤلف الكتاب داڤيد روپ يعمل على عرض أفكاره فى شىء من التركيز ، و يناقشها فى الكتاب بتفصيل وسلاسة مع ذكر الأمثلة لكل فكرة أو نظرية وإيراد رسوم توضيحية ،
باستيعاب هذه النظري

الغلاف : عماد حليم